

На правах рукописи

ТАТАРИНЦЕВ Андрей Иванович

**ЭКОЛОГО-ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ САНИТАРНО-
ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННО
НАРУШЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

**06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство
и лесная таксация**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Екатеринбург – 2020

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева».

Научный консультант: **Павлов Игорь Николаевич**, доктор биологических наук, профессор, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, заведующий лабораторией лесных культур, микологии и фитопатологии.

Официальные оппоненты: **Кулагин Алексей Юрьевич**, доктор биологических наук, профессор, Уфимский институт биологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, лаборатория лесоведения, заведующий;

Царалунга Владимир Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кафедра экологии, защиты леса и лесного охотоведения, профессор;

Данчева Анастасия Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра лесоустройства и экологии, профессор.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт лесоведения Российской академии наук».

Защита диссертации состоится 25 июня 2020 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат с.-х. наук, доцент

Магасумова Альфия
Гаптрауфова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Современное состояние лесных экосистем в значительной степени определяется человеческой деятельностью, охватившей большую часть лесопокрытых территорий (Атлас ..., 2003; Состояние лесов мира, 2011, 2014). Интенсивное лесопромышленное освоение, техногенное загрязнение, разведка и добыча полезных ископаемых, рекреационное лесопользование, сопровождаемые антропогенными пожарами, привели к расширению площади лесов с признаками нарушенности во многих регионах, в том числе Средней Сибири (Ваганов и др., 1998; Ярошенко и др., 2001; Седых, 2005; Бузыкин, Пшеничникова, 2008; Брюханов, 2009; Onuchin et al., 2009; Громцев, 2014; Онучин и др., 2014; Государственный доклад ..., 2019). Наиболее трансформированы насаждения, приближенные к крупным промышленным узлам и урботерриториям, в пределах последних они практически полностью утратили естественные черты (Кузьмичев, 1986; Ярмишко, 1998; Павлов, 2006; Экологическое состояние ..., 2009).

Антропогенные факторы оказывают прямое и косвенное влияние на все компоненты лесных биогеоценозов, обуславливают сложение сообществ микроорганизмов и грибов, включая патогенные (потенциально патогенные) виды, характер их взаимоотношений с древесной растительностью, часто приводят к негативному изменению санитарного состояния насаждений (Кузьмичев, 1995; Варенцова, 1998; Федоров, 2000; Михайлова и др., 2005; Плешанов, Морозова, 2009). В связи с этим одной из актуальных научно-практических задач современного лесоводства является изучение санитарного состояния антропогенно нарушенных насаждений с выявлением наиболее значимых представителей дендропатогенной биоты, установлением их ценотической и хозяйственной роли, пространственно-временной динамики вызываемых болезней с учетом комплекса эколого-лесоводственных факторов. Результаты таких исследований служат теоретической основой при разработке мероприятий по улучшению санитарного состояния и повышению устойчивости насаждений.

Степень разработанности проблемы. Процессы и явления, происходящие в антропогенно освоенных насаждениях, и, как правило, имеющие деструктивный характер, изучались на протяжении последних десятилетий многими специалистами в разных странах и регионах. Относительно комплекса дендротрофных организмов в таких фитоценозах преобладают исследования биоты ксилотрофных грибов, микромицетов, осваивающих филлосферу древесных растений. Недостаточно изучены сопряженное влияние антропогенных и биотических факторов на состояние насаждений; специфика патогенеза основных болезней в нарушенных древостоях, эколого-лесоводственные особенности их распространения с учетом антропогенных воздействий. На территории Средней Сибири такие исследования имеют лишь фрагментарный характер.

Цель и задачи исследования. Цель работы – изучить эколого-лесоводственные особенности санитарного состояния и развития патологических процессов в антропогенно трансформированных насаждениях Средней Сибири с обоснованием мероприятий по их оздоровлению.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Изучить санитарное и лесопатологическое состояние лесных насаждений в наиболее освоенных районах Средней Сибири, выполнить комплексную оценку санитарного состояния пригородных лесов в зависимости от техногенного загрязнения и рекреационной нагрузки.

2. Выявить основных представителей дендропатогенной биоты в лесных насаждениях, установить эколого-лесоводственные и антропогенные особенности пораженности древостоев болезнями.

3. Изучить санитарное состояние древесных растений в насаждениях урботерриторий, выявить определяющие его патогенные факторы.

4. Оценить пораженность городских насаждений болезнями с учетом антропогенных воздействий.

5. Предложить научно-методические основы мероприятий по улучшению санитарно-фитопатологического состояния и повышению продуктивности насаждений, функционирующих на антропогенном фоне.

Научная новизна. Впервые изучены особенности санитарно-фитопатологического состояния лесных насаждений в районах приенисейской Сибири, различающихся ландшафтно-лесорастительными условиями, целевым назначением лесов, их антропогенной нарушенностью, в том числе:

- выявлены доминирующие представители дендропатогенной биоты;
- установлены эколого-лесоводственные особенности поражения сосновых и березовых древостоев стволовыми гнилями, некрозно-раковыми болезнями, в том числе березняков – бактериальной водянкой, которая в условиях Сибири ранее не изучалась;
- впервые установлено влияние подсочки в числе прочих антропогенных факторов на пораженность сосняков стволовой гнилью;
- впервые выполнена интегральная оценка санитарно-фитопатологического состояния пригородных лесных насаждений, подверженных хроническим техногенным и рекреационным нагрузкам;
- получены дополнительные данные об эдафо-орографических особенностях и роли антропогенных факторов в формировании очагов корневой губки в сосновых борах Минусинской котловины.

Для насаждений урбанизированных территорий южной части Средней Сибири:

- расширены сведения о патогенных факторах, получены новые данные о поражении некрозно-раковыми болезнями;
- изучено влияние техногенного загрязнения, частичного изъятия надземной фитомассы на состояние деревьев и вероятность их инфекционного усыхания.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате выполненных исследований получены данные, доказывающие: многофакторность и системность процессов, происходящих в лесных биогеоценозах, в частности определяющих их санитарное состояние; влияние на развитие патологических явлений в насаждениях комплекса экзогенных (включая антропогенные) и эндогенных (внутриценотических) факторов, действие которых проявляется с сопряженным и (или) синергическим эффектом; неоднозначную роль антропогенных факторов в патогенезе болезней, исходя из характера их воздействия на компоненты патосистемы и уровня паразитизма фитопатогенов.

Для изученных лесопокрытых территорий определены первоочередные объекты фитопатологического мониторинга (ФПМ), являющегося составной частью государственного лесопатологического мониторинга, предложена корректировка системы ФПМ. Выявленные тенденции и закономерности дают возможность оценивать санитарно-фитопатологическое состояние, пораженность древостоев основными болезнями в зависимости от лесорастительных условий и лесотаксационных показателей. По результатам проведенных исследований разработаны теоретические и методические

основы дифференцированного комплекса мер по улучшению санитарного состояния и качественных характеристик антропогенно трансформированных насаждений.

Материалы исследований используются в процессе подготовки бакалавров и магистров направления «Лесное дело» при изучении дисциплин «Лесная фитопатология», «Лесная экология», «Технология защиты леса», «Лесопатологический мониторинг».

Методология и методы исследований. Методологической основой исследований явился биогеоценотический подход, предполагающий понимание функциональной роли компонентов, находящихся в консортивных связях с представителями автотрофного блока, полифакторный анализ явлений, определяющих состояние древостоев. В работе использовались базовые принципы научно-технического познания.

Выполнен комплекс полевых и лабораторных исследований с использованием методов, принятых в лесоведении, лесной таксации, лесозащите, фитопатологии и почвоведении с отдельными авторскими дополнениями. Это позволило получить репрезентативные данные с последующей их систематизацией и анализом.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. В сосняках Приангарья, претерпевших значительную трансформацию в результате рубок, лесных пожаров, основными биотическими факторами ухудшения их состояния и качественных характеристик выступают смоляной рак и стволовая гниль, распространение и развитие которых зависят от лесорастительных условий, таксационных показателей древостоев и антропогенных воздействий.

2. Наиболее значимыми лимитирующими факторами для сосняков, приближенных к урботерриториям, являются хронические техногенные и рекреационные нагрузки, в меньшей степени – дендропатогенные организмы; по градиенту повышения техногенного загрязнения понижается пораженность подроста микозами.

3. Березняки относительно устойчивы к антропогенным нагрузкам; их санитарное состояние определяется развитием гнилей и бактериальной водянки, масштабы поражения бактериозом зависят от лесорастительных условий, таксационных показателей древостоев, стволовыми гнилями – от их происхождения и антропогенных воздействий.

4. Основной биогенный фактор современного нарушения сосновых боров Минусинской котловины – прогрессирующая эпифитотия корневой гнили, что усугубляется высокими рекреационными нагрузками, лесными пожарами. Возникновение очагов гнили зависит от эдафо-орографических, ценотических условий и антропогенного фона.

5. Санитарное состояние насаждений урботерриторий – результат влияния на древесные растения антропогенных факторов и патогенных организмов, среди которых наиболее вредоносны возбудители некрозно-раковых болезней. Последние присутствуют в растениях в виде латентной инфекции, активность которой зависит от возраста и состояния растений (органов), антропогенных воздействий.

6. Для оздоровления насаждений необходим комплекс мероприятий, учитывающий основные лимитирующие факторы с акцентом на первоочередные объекты ФПМ, эколого-лесоводственные и антропогенные особенности распространенности болезней.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследований обеспечивается большим объемом данных, полученных с использованием научно-обоснованных методик, подтверждается их анализом с применением современных методов математической обработки экспериментального материала. Результаты работы представлялись и докладывались на региональных (Красноярск, 1989,

1995-1998, 2001), всесоюзных (Красноярск, 1991, 1993), всероссийских конференциях (Воронеж, 1993; Красноярск, 2004, 2006, 2007, 2009, 2011, 2019; Иркутск, 2005, 2015; Новосибирск, 2014); всесоюзном совещании (Москва, 1990); международных конференциях, совещаниях, симпозиумах (Красноярск, 1999; Москва, 2002, 2009; Брянск, 2003; Сыктывкар, 2003, 2007; Оренбург, 2006, 2008; Кострома, 2012; Кызыл, 2012; Санкт-Петербург, 2013, 2016, 2018; Минск, 2015); Третьем и Четвертом Съездах микологов России (Москва, 2012, 2017).

Личный вклад автора. Работа является итогом более чем 25-летних исследований автора, которому принадлежит постановка цели и задач, разработка программы и методики исследований. Все годы тематика работы входила в планы НИР кафедры экологии и защиты леса Сибирского государственного технологического университета. Сбор полевых и экспериментальных материалов произведен лично автором, либо при его непосредственном участии с привлечением коллег, студентов лесохозяйственного факультета. Часть исследований выполнена в процессе совместной работы с сотрудниками Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН (ИЛ СО РАН) при финансовой поддержке грантами: «Проект мероприятий по оптимизации состояния сосновых насаждений зеленой зоны г. Красноярск» (грант ККФН 11F0070С); «Мониторинг экологического состояния лесов зеленой зоны г. Красноярск» (грант РФФИ-ККФН 05-04-97710-р-енси-ей-а); «Снижение экологических и экономических рисков в лесном комплексе в условиях изменения климата и интенсивного биотического воздействия при различных сценариях лесопользования» (грант РФФИ-ККФН 16-44-242145 р_офи_м). Автором лично проведены обработка данных, обобщение и интерпретация результатов исследования.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 79 печатных работ. В их числе: одна коллективная монография, 20 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, в том числе 2 в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science; курс лекций «Технология защиты леса» и учебное пособие «Лесопатологический мониторинг».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем рукописи диссертации составляет 336 страниц и содержит 67 таблиц, 73 рисунка; список использованной литературы включает 644 наименования, в том числе 66 иностранных.

Благодарности. Автор признателен научному учителю канд. биол. наук, проф. П.И. Аминеву за многолетнее сотрудничество, понимание и поддержку. Выражает благодарность научному консультанту д-ру биол. наук, проф. И.Н. Павлову за методическую помощь и ценные советы; сотрудникам ИЛ СО РАН канд. биол. наук, стар. науч. сотр.: Л.Н. Скрипальщиковой, В.В. Стасовой, О.Н. Зубаревой за плодотворную совместную работу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМОЙ ПРОБЛЕМЫ

1.1 Антропогенное освоение лесов и его последствия. К настоящему времени накоплен большой объем научной информации о влиянии на лесной покров активной лесопромышленной деятельности, урбанизации и аграрного природопользования, геологических изысканий и антропогенных лесных пожаров (Цветков, 1999, 2013; Габеев, 2004; Иванов, 2005; Седых, 2005; Филипчук и др., 2005; Петров, 2007; Бузыкин,

Пшеничникова, 2008; Брюханов, 2009; Безруких, 2010; Громцев и др., 2010; Громцев, 2014; Онучин и др., 2014 и др.); о негативных последствиях, проявляющихся на разных уровнях организации лесных экосистем, в результате рекреационных нагрузок (Протопопов, Кузьмина, 1988; Репшас, 1989; Рысин и др., 2004; Пак, Бобринцев, 2009; Ерохина, Пшеничникова, 2010; Сорокина и др., 2010; Дымова и др., 2011 и др.), техногенных загрязнений (Харук, 1998; Zwolinski, Orzel, 2000; Меняйло, 2001; Михайлова, Бережная, 2002; Воробейчик, 2003; Черненко, 2004; Rao et al., 2004; Павлов, 2006; Шебало, Залесов, 2006; Шелуха, 2011; Луганский, Суслов, 2013; Калугина и др., 2015 и др.).

На территории России малонарушенные лесные ландшафты преобладают на севере Восточной Сибири и Дальнего Востока (Атлас ..., 2003; Состояние лесов в Европе, 2011). На большей части юга этих регионов, Европейской России и Западной Сибири леса трансформированы хозяйственной деятельностью.

1.2 Формирование и роль патогенной биоты в антропогенно нарушенных насаждениях. Общие закономерности формирования и структуры биоты дендротрофных организмов в антропогенно нарушенных насаждениях наиболее полно изучены в отношении ксилотрофных грибов (Мухин и др., 2000; Стороженко, 2000, 2002; Исаева, 2002; Руоколайнен, 2002; Сафонов и др., 2012; Арефьев, 2015; Гаврицкова, Яковлева, 2015; Бондаренко-Борисова, Булгаков 2018 и др.), микромицетов, поражающих филлосферу (Исиков, 1993; Томошевич, 2009, 2012, 2015; Булгаков, 2010 и др.).

Антропогенные воздействия, приводя к нарушению баланса консортивных связей в насаждениях, снижению резистентности и механическим повреждениям деревьев, обуславливают повышение распространенности и вредоносности некрозно-раковых и гнилевых болезней (Чураков, 1992, 2000; Федоров, 2000; Колтунов и др., 2008, 2011; Белов, Белова, 2010; Павлов, 2012; Звягинцев, Волченкова, 2014; Арефьев, 2015; Веселкин и др., 2015; Лукмазова, 2015; Фадеев и др., 2015; Селиховкин и др., 2019 и др.). В то же время, в насаждениях, испытывающих высокие рекреационные и техногенные нагрузки, могут создаваться неблагоприятные условия для развития, корневых патогенов (Раптунович и др., 1983; Панария, 1985; Гаврицкова, Яковлева, 2015), чувствительных к загрязняющим веществам патогенных микромицетов (Domanski, 1978; Гордиенко, Горленко, 1987; Кузьмичев, 1994; Барсегян, 2002). В насаждениях урботерриторий на видовое разнообразие и активность дендропатогенных организмов значительное влияние оказывают введение в состав растений-интродуцентов, изъятие части растительных субстратов и другие воздействия, изменяющие соотношение экологических ниш патогенов (Горленко, 1974; Strong, Levin, 1975; Кузьмичев, 1994; Лазарева, 2002; Дьяков, 2003; Исиков, Конопля, 2004; Булгаков, Русанов, 2005; Булгаков, 2010; Томошевич, Банаев, 2011; Звягинцев, 2015 и др.).

По данным ряда специалистов (Гниненко, 2002; Гниненко, Жуков, 2006; Сидоров, 2011; Воронин и др., 2013, 2015; Морозова, Сурдина, 2013; Белова, 2015; Гродницкая и др., 2015 и др.) отмечается повышение пораженности лесных насаждений, в том числе в регионах Сибири, некрозно-раковыми бактериозами, чему способствуют региональные изменения климата, связанные с объектами гидроэнергетики, хроническое техногенное загрязнение, пасквальные и рекреационные нагрузки.

1.3 Фитопатологические исследования в насаждениях Средней Сибири. Включают отдельные работы по изучению пораженности приангарских сосняков стволовой гнилью (Конев, 1961, 1964, 1982; Мертвищев, 1979), хвойных древостоев некрозно-раковыми болезнями (Конев, 1979; Рыбалко, Гукасян, 1986; Аминев, 1995, 2005); фитопатогенов, препятствующих лесовосстановительным процессам в южно-

таежных лесах (Якименко, 1994; Гродницкая, 1996; Громовых, 2002, Громовых и др., 2005; Сенашева, 2009, 2012; Сафронова, 2013), фитопатологического состояния осинников (Прохненко, 1977, 1980). Начат цикл исследований роли корневых патогенов в усыхании хвойных ценозов на юге региона (Павлов и др., 2011, 2012; Павлов, 2014).

В насаждениях г. Красноярска изучались особенности сложения биоты микромицетов, поражающих листовую аппарат (Кириченко и др., 2011; Кириченко, Томошевич, 2012; Томошевич, 2015).

2 РАЙОНЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика районов исследований. Исследования осуществлялись в пределах южной части Красноярского края, расположенной ниже р. Ангары и являющейся наиболее заселенной и хозяйственно освоенной в Средней Сибири; в том числе на территории Красноярского Приангарья, Красноярской (центральной) группы районов, Минусинской межгорной впадины. Районы исследований отличаются природными и антропогенными особенностями. Последние характеризуют приоритетные формы хозяйственного освоения территорий – соответственно по районам работ: активная лесопромышленная деятельность; наибольшая урбанизация и концентрация промышленных предприятий; агропромышленное освоение, которые определяют виды антропогенных воздействий на лесные насаждения, их нарушенность.

2.2 Объекты исследований. На территории указанных районов Средней Сибири объектами исследований явились насаждения, имеющие наибольшее эколого-хозяйственное значение и в разной степени нарушенные антропогенной деятельностью. Их положение в схеме лесорастительного районирования показано в таблице 1.

Таблица 1 – Отнесение объектов исследований к ландшафтно-лесорастительным подразделениям (по И.А. Короткову (1994))

Район (объекты) исследований	Таксоны лесорастительного районирования	
	Лесорастительная область (ЛО)	Лесорастительная провинция (ЛП), округ: зона, подзона, высотный пояс
Красноярское Приангарье (<i>сосновые насаждения</i>)	Средне-Сибирская плоскогорная ЛО	Ангаро-Тунгусская ЛП таежных лесов, Приангарский округ: Южнотаежные и подтаежные светлохвойные леса
Красноярская (центральная) группа районов (<i>сосновые, березовые насаждения; зеленые насаждения урботерриторий</i>)		Канско-Красноярско-Бирюсинская ЛП: Лесостепь
	Западно-Сибирская равнинная ЛО	Зауральско-Енисейская ЛП таежных лесов, округ южно-таежных и подтаежных лесов: Подзона южной тайги и подтайги
	Алтае-Саянская ЛО	Восточно-Саянская ЛП: Подтаежный сосновый, горно-таежный кедровый пояса
Минусинская котловина (<i>сосновые, березовые насаждения</i>)		Хакасско-Минусинская ЛП: Лесостепной пояс

В каждом районе исследованиями охвачены насаждения, соответствующие решаемым задачам и природному разнообразию лесных биогеоценозов, различающихся по лесорастительным условиям, происхождению и таксационным параметрам. Исследования городских насаждений проведены в Красноярске – наиболее крупной,

уникальной по ландшафтному расположению урбоэкосистемы Средней Сибири с относительно большим разнообразием древесных пород. Во всех районах проведения работ объектами исследований кроме насаждений явились доминирующие представители дендропатогенной биоты, вызываемые ими болезни.

2.3 Методы исследований. Выполнение исследований складывалось из ознакомления с отчетными, проектными и картографическими материалами, проведения полевых и лабораторных исследований с использованием общепринятых в лесоведении, лесной таксации, лесозащите, фитопатологии и почвоведении методических подходов и положений (Побединский, 1966; Аринушкина, 1970; Анучин, 1982; Мозолевская и др., 1984; Волкова и др., 1987; Воронцов и др., 1991; Рекомендации ..., 2001; Методы мониторинга ..., 2004; Шишов и др., 2004; Руководство по планированию ..., 2007). Основные данные получены в процессе полевых работ, которые включали маршрутные (рекогносцировочные) и детальные обследования лесных насаждений на пробных площадях (ПП). Всего заложено и отработано 146 ПП, в том числе:

- **Красноярское Приангарье** (сосняки) – 75 ПП (по лесничествам: Дзержинское – 30 ПП, Абанское – 8 ПП, Усольское – 20 ПП, Невонское – 17 ПП) с детальным анализом 76 модельных деревьев, пораженных стволовой гнилью; в целях изучения влияния на распространенность стволовой гнили рекреационной нагрузки и подсочки дополнительно в однотипных сосняках с разным уровнем указанных воздействий (три участка насаждений в каждом случае), систематическим способом заложены пробные площади (в пяти повторностях) с проведением детального перечета деревьев.

- **Красноярская группа районов** – 59 ПП (28 ПП в сосняках, в том числе на 10 ПП с фитопатологическим обследованием подроста; 31 ПП в березняках);

- **Минусинская котловина** (Национальный парк «Шушенский бор») – 7 ПП в сосняках (по ключевым участкам: 1-ый – естественные на целинных землях – 3 ПП, 2-ой – естественные на старопахотных землях – 2 ПП, 3-ий – лесные культуры на старопахотных землях – 2 ПП) с закладкой почвенных разрезов; 5 ПП в березняках.

Уровень рекреационных нагрузок на биогеоценозы оценивали согласно ОСТ 56-100-95 и рекомендациям Н.С. Казанской с соавт. (1977). В качестве показателей техногенной нагрузки на пригородные леса использовали количество техногенной пыли, накопление фтора и тяжелых металлов, которые определялись соответственно по Ж. Детри (1975), химическими методами с использованием гостированных методик (Методические указания..., 1995). Интенсивность низового пожара в древостоях определяли по методике В.Е. Романова (1968) в зависимости от высоты нагара, пожарных подсушин на стволах и относительному количеству поврежденных деревьев.

Изучение фитопатологического состояния городских насаждений осуществляли на основе маршрутных наблюдений и детального обследования на пробных участках, которые подбирали в различных по экологической обстановке районах города, включая разные типы насаждений. Обследованы насаждения на 69 участках, в том числе: лиственница сибирская (14), тополь бальзамический (15), вяз приземистый (40). В дендрарии ИЛ СО РАН в форме сплошной инвентаризации обследованы посадки 91 вида, форм деревьев и кустарников, относящихся к 39 родам, 18 семействам.

Диагностику болезней растений (включая полевую) проводили по комплексу симптомов с использованием справочной литературы и определителей (Журавлев, 1962; Щербин-Парфененко, 1963; Черемисинов и др., 1970; Журавлев и др., 1979; Каратыгин, 2002; Кузьмичев и др., 2004; Гниненко, Жуков, 2006; Томошевич, 2012; Жуков и др., 2013). Лабораторные исследования включали дополнительную диагностику болезней путем патогrafического и микроскопического анализа собранных образцов, изучение

латентной инфекции *Cytospora chrysosperma* [Pers.] Fr. способом парафинирования тополевых черенков по М.Н. Гвритишвили (1982), установление физико-химических показателей почвенных образцов из сосняков Шушенского бора. Современные латинские названия видовых таксонов фитопатогенных грибов приводятся в работе в соответствии с публикацией CABI «Index Fungorum» (<http://www.speciesfungorum.org>).

Обработку и анализ полученных данных выполняли с использованием статистических методов и критериев: параметрических (дисперсионный анализ, коэффициент корреляции Пирсона (r), регрессионный анализ, t -критерий), непараметрических (критерий Манна-Уитни (U), коэффициенты корреляции Спирмена, Кендалла), исходя из проверки выборок на нормальность распределения по критерию Колмогорова-Смирнова (d_{K-S}) и их объема. Расчеты проводили с помощью программ CurveExpert 1.3, Microsoft Excel 2010, STATISTICA 10.

3 САНИТАРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СОСНЯКОВ КРАСНОЯРСКОГО ПРИАНГАРЬЯ

3.1 Общая характеристика лесопатологического состояния и пораженности сосняков болезнями. Главная причина ослабления и усыхания светлохвойных лесов Приангарья, относящихся к зоне сильной лесопатологической угрозы – лесные пожары, в меньшей степени насекомые-дендрофаги и иные факторы. Среди антропогенных воздействий существенным фактором нарушения устойчивости сосновых ценозов является подсочка, которой до середины 90-х годов XX столетия была охвачена большая часть приангарских сосняков. До настоящего времени здесь встречаются значительные площади (более 7 тыс. га) перестойных ранее подсачиваемых древостоев неудовлетворительного санитарного состояния. Негативными изменениями характеризуется состояние сосняков в зонах активного рекреационного лесопользования (припоселковые, приречные и приозерные массивы).

Ресурсный и восстановительный потенциал приангарских лесов часто зависит от деятельности дендропатогенных организмов. В числе патогенных консортов, выявленных нами на сосне, доминируют грибы, в соответствии с уровнем паразитизма и специализации поражающие деревья (органы, ткани) определенного возраста и состояния. На подросте, в молодняках преобладают болезни филлосферы (шютте, ценангиоз наряду с другими некрозами, ржавчина), среди которых наиболее губительным для растений, особенно на вырубках, оказывается снежное шютте (возб. *Gremmenia infestans* [P. Karst.] Crous). Существенным фактором ослабления и летализации для предварительного и последующего возобновления выступает биаторелловый рак (возб. *Biatorrella difformis* [Fr.] Vain.).

Во взрослых сосновых древостоях основную роль играют патогены, осваивающие древесную фитомассу и инициирующие развитие некрозно-раковых и гнилевых болезней, в числе которых установлены: бактериальный бугорчатый рак (возб. *Pseudomonas pini* Vuil.) с распространенностью до 5%; корневые гнили (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref., *Phaeolus schweinitzii* [Fr.] Pat.) – в среднем до 5%, пораженность перестойных сосняков *P. schweinitzii* достигает 30%; раневая гниль (доминирует *Fomitopsis pinicola* [Sw.] P. Karst.) – в сосняках после выборочных рубок и повреждения низовыми пожарами до 20%. Среди выявленных патологий наибольшее ценотическое и хозяйственное значение имеют смоляной рак (рак-серянка) (*Cronartium flaccidum* [Alb. & Schwein.] G. Winter; *C. pini* [Willd.] Jørst.) и центральная стволовая гниль (*Phellinus pini*

[Brot.] Pilát – сосновая губка), которые становятся причиной ослабления деревьев, накопления патологического отпада (сухостоя, гнилевого ветролома) и даже расстройств древостоев. В эксплуатационных сосняках приводят к снижению выхода деловых сортиментов.

3.2 Эколого-лесоводственные особенности пораженности сосняков смоляным раком и стволовой гнилью. Рассматриваемые болезни относятся к числу наиболее известных патологических явлений в сосновых насаждениях и выступали(ют) объектами мониторинга и исследований во многих регионах северного полушария (Ежов, 1998; Kaitera, 2000; Гниненко, 2002; Маслов, Петерсон, 2002; Стороженко, 2002, 2003; Федоров, Ярмолевич, 2002, 2004; Davis, Meyer, 2004; Чураков, Кандрашкин, 2009; Ozkazanc, Maden, 2013 и др.). В сосняках Красноярского Приангарья выявлено практически повсеместное распространение смоляного рака и стволовой гнили. Масштабы поражения древостоев от присутствия единичных больных деревьев до образования очагов болезней: серянки – со средней степенью пораженности; стволовой гнили – сильной степенью (таблица 2).

Значительное варьирование распространенности болезней обусловлено неоднородностью условий произрастания насаждений в пределах обширной лесной территории, влиянием многочисленных, часто трудно учитываемых, факторов на развитие патологических процессов.

Таблица 2 – Пораженность сосняков смоляным раком и стволовой гнилью (числитель – среднее значение; знаменатель – крайние варианты)

Группа типов леса	Распространенность болезни, %	
	смоляного рака	стволовой гнили
Лишайниковая	$11,4 \pm 2,0$ 1,9 – 28,2	$31,1 \pm 3,3$ 0 – 51,4
Зеленомошная	$4,2 \pm 0,6$ 0,4 – 12,7	$37,6 \pm 3,4$ 4,4 – 70,0
Разнотравная	$4,8 \pm 0,9$ 0 – 16,5	$44,2 \pm 3,6$ 14,9 – 75,0
По всему массиву данных	$6,0 \pm 0,7$ 0 – 28,2	$38,0 \pm 2,1$ 0 – 75,0

Смоляной рак. В условиях Приангарья достоверно большей пораженностью смоляным раком отличаются сосняки лишайниковой группы (оценка различий по группам типов леса: лишайниковая-зеленомошная – $U=46$ ($p<0,05$), лишайниковая-разнотравная – $U=63$ ($p<0,05$)), в которых распространенность болезни достигает более 20% (таблица 2). В насаждениях зеленомошной и разнотравной групп типов леса пораженность серянкой редко превышает 10%. Рассматриваемым группам типов сосновых насаждений соответствует определенная мозаика лесорастительных условий, прежде всего эдафических.

Отмечается тренд снижения пораженности сосняков смоляным раком по мере повышения плодородия и степени увлажнения почв (рисунок 1), При этом сравнительный анализ применительно к исследуемым выборкам показал значимые различия в пораженности болезнью между сосняками, произрастающими на наиболее плодородных почвах в сравнении с иными грациями трофотоп; на сухих почвах относительно свежих и влажных (таблица 3). На сухих, малоплодородных почвах формируются и продуцируют сосняки с бедным по видовому составу живым напочвенным покровом, в котором отсутствуют промежуточные хозяева для ржавчинного гриба *C. flaccidum*.

Возбудителем смоляного рака здесь выступает однохозяйный гриб *C. pini*, осуществляющий заражение непосредственно от дерева к дереву, что обеспечивает относительно быстрое распространение инфекции и нередко групповое поражение древостоев.

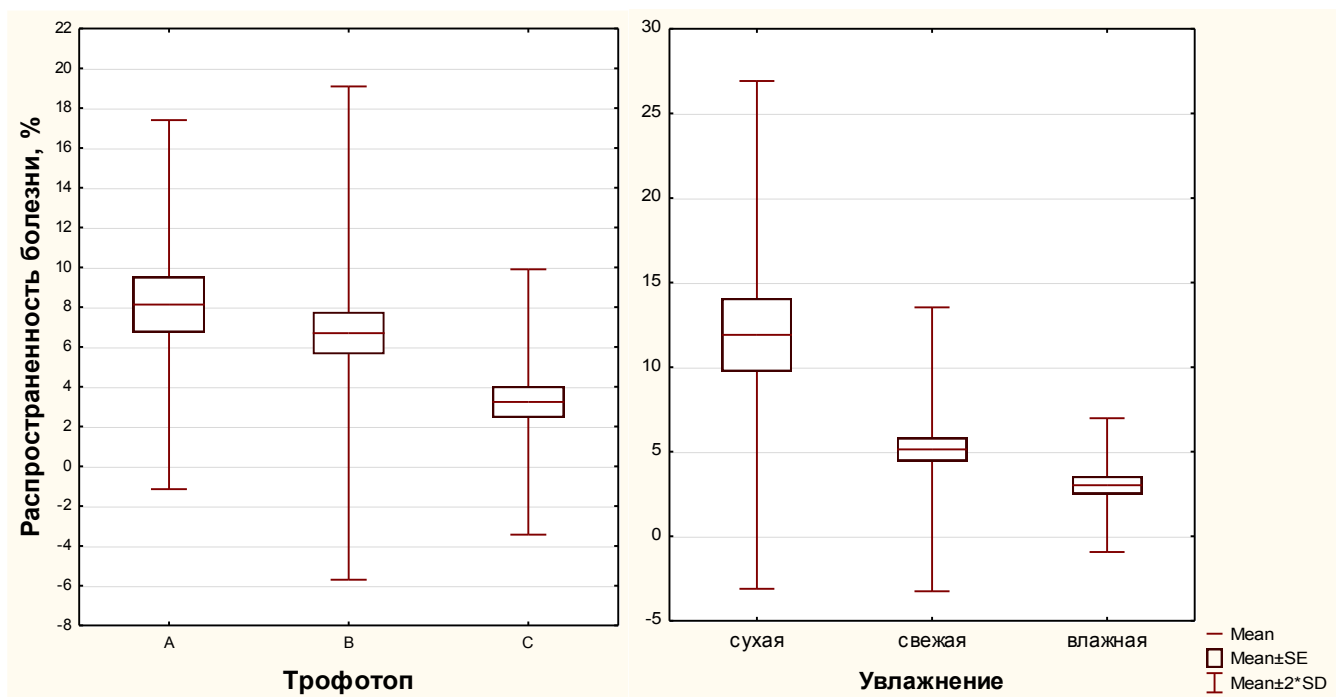


Рисунок 1 – Зависимость пораженности сосняков смоляным раком от эдафических условий

Таблица 3 – Оценка различий в пораженности смоляным раком между сосняками разных градаций эдафотоп

Сравниваемые выборки (n)	U	p-уровень
по трофности		
A (11) – B (34)	130	> 0,05
A (11) – C (18)	29	< 0,05
B (34) – C (18)	171	< 0,05
по степени увлажнения		
сухая (12) – свежая (37)	86	< 0,05
сухая (12) – влажная (14)	14	< 0,05
свежая (37) – влажная (14)	180	> 0,05

Пораженность раком-серянкой достоверно ($p < 0,05$) повышается с увеличением: возраста древостоя (коэффициенты корреляции Спирмена/Кендалла: 0,518/0,368) вследствие накопления инфекции и хронического развития болезни при условии отсутствия выборочных санитарных рубок, доли участия сосны в составе (0,549/0,439), класса бонитета (снижение продуктивности древостоя) (0,456/0,345); с понижением полноты древостоя (-0,429/-0,331) в связи со свето- и теплолюбием патогенов.

В сосняках зеленомошной и тем более лишайниковой групп, где доминирует однохозяйный возбудитель рака (*C. pini*), развивающийся по неполному циклу, наличие значительного количества эциоспор в слое расположения крон определяет заражение деревьев разного размера (диаметра). В насаждениях же разнотравной группы отмечается

определенный сдвиг количества больных деревьев в сторону диаметров ниже среднего. Это обусловлено присутствием здесь в качестве возбудителя ржавчинного гриба *S. flaccidum*, для которого характерен вектор вертикального переноса инфекции (базидиоспор) от травянистых растений - промежуточных хозяев к кронам сосен, в результате чего в первую очередь заражаются мелкоствольные деревья.

Таким образом, пораженность сосняков раком-серянкой определяется главным образом прямым или косвенным влиянием параметров среды на возбудителей болезни: возможность их присутствия в фитоценозе, активность споруляции и заражения деревьев.

Стволовая гниль. Пораженность сосняков центральной стволовой гнилью повышается в иной последовательности групп типов леса, что отмечается и по средневзвешенным по возрасту (имеет решающее значение в пораженности древостоев гнилью) значениям распространенности гнили: лишайниковая (22,3%) → зеленомошная (34,3%) → разнотравная (48,3%), достоверность тенденции подтверждена при сравнительном анализе крайних выборок ($U=5$, $p<0,05$). Установлено влияние на распространенность стволовой гнили эдафических условий (рисунок 2): оценка достоверности различий сравниваемых совокупностей по U -критерию показала значимо ($p<0,05$) бóльшую пораженность сосняков, соответствующих градации максимального почвенного плодородия и среднего увлажнения (в сравнении с эдафотопом минимального плодородия и увлажнения).

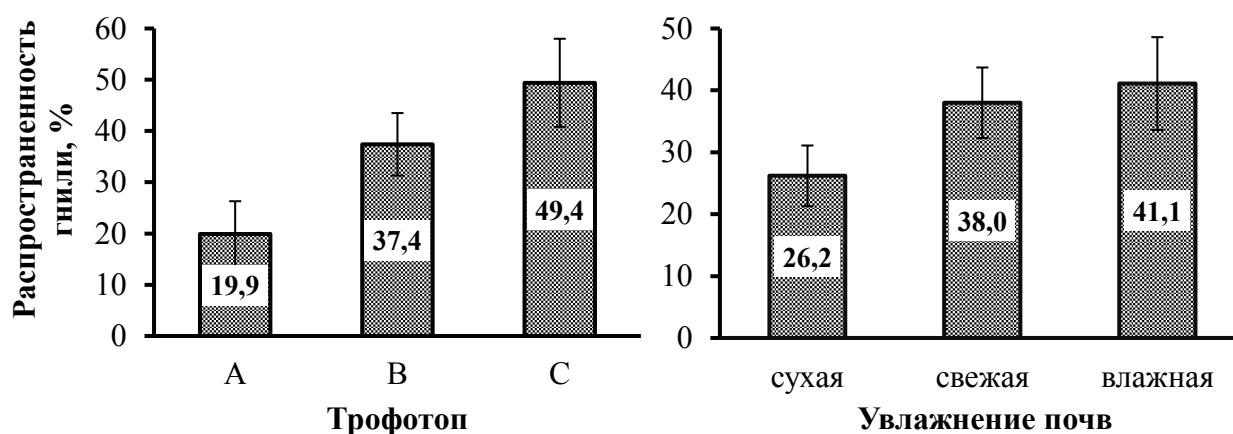


Рисунок 2 – Пораженность сосняков стволовой гнилью в градациях эдафотопов

Повышенная распространенность стволовой гнили в разнотравных сосняках, произрастающих в лучших эдафических условиях и отличающихся интенсивным ростом деревьев, по данным В.П. Романовского с соавт. (1973) обусловлена пониженным структурным иммунитетом деревьев к сосновой губке: крупнослойная и рыхлая древесина с относительно невысоким содержанием смолистых веществ, предохраняющих ее от биоразрушения.

Подтверждена высокая прямая связь распространенности стволовой гнили с возрастом древостоя (по группам типов леса $r=0,757-0,861$, $p<0,05$). Наилучшей формой аппроксимации зависимости пораженности гнилью от среднего возраста древостоя для сосняков основных групп типов Красноярского Приангарья являются уравнения вида: $y = a + b \ln x$ (рисунок 3).

Установлена достоверная ($p<0,05$) прямая связь распространенности стволовой гнили со средним диаметром ($r=0,538-0,781$), средней высотой ($r=0,621-0,896$); обратная – с полнотой ($r=-0,401-0,496$) древостоя. Повышенная распространенность гнили в низкополнотных сосняках, при преобладании толстомерных деревьев связана с

плохим очищением стволов от сучьев (основные “ворота инфекции”) (Любарский, 1963; Иванчиков, 1974; Жуков, 1982). По зависимости пораженности гнилью древостоев от их среднего диаметра получены уравнения регрессии, имеющие практическое значение.

В рамках всего исходного материала выполнен множественный регрессионный анализ с получением уравнения зависимости распространенности (P , %) гнили от наиболее значимых лесоводственно-таксационных показателей сосняков:

$$P = 0,10A + 1,96H - 28,45Pl \quad (R = 0,959, S = 12,1, F = 278 \quad (p < 0,05)),$$

где A – средний возраст древостоя, лет; H – средняя высота древостоя, м; Pl – относительная полнота древостоя.

Сравнительный анализ распределения деревьев в древостое и его части, пораженной стволовой гнилью, по ступеням толщины с использованием критерия λ (Колмогорова-Смирнова) показал, что в сосняках сосновая губка поражает деревья разного диаметра пропорционально доле их участия в ценопопуляции с некоторым преобладанием крупномерных экземпляров, отличающихся плохим очищением от сучьев и согласно данным Р. Габрилавичус (1978) повышенным процентом ядровой древесины.

3.3 Влияние антропогенных факторов на пораженность сосняков стволовой гнилью. В результате двухфакторного дисперсионного анализа, выполненного по материалам всех ПП с учетом возраста древостоев и интенсивности огневого воздействия, выявлено слабое (5%), но достоверное ($p=0,05$) влияние пожара на пораженность сосновых древостоев гнилью. Повышение распространенности гнили по мере увеличения интенсивности огневого воздействия особенно выражено в средневозрастных сосняках, в которых при интенсивном огневом воздействии наиболее вероятно появление глубоких подгаров в комлевой части стволов, способствующих заражению деревьев сосновой губкой.

Влияние рекреационной нагрузки и подсочки на поражаемость насаждений стволовой гнилью исследовалось на учетных единицах, заложенных в рекреационных сосняках Дзержинского лесничества (по пять для трех уровней дигрессии) и в эксплуатационных сосняках Невонского лесничества (по пять на трех участках с разным уровнем воздействия подсочки) соответственно. Установлено, что распространенность стволовой гнили повышается при воздействии на сосняки рекреационной нагрузки (на рубеже III-IV стадий дигрессии) и многолетней подсочки вследствие ослабления деревьев и активного их раневого заражения. Достоверность влияния факторов на изучаемое явление подтверждена результатами сравнительного анализа полученных данных по U -критерию ($p<0,05$).

Подсочка, оказывая негативное воздействие на физиологическое состояние деревьев, ускоряет дереворазрушающий процесс, что значимо ($p<0,05$) проявляется в повышении показателей развития стволовой гнили (рисунок 4). Дополнительно установлено, что с увеличением коэффициента воздействия подсочки на дерево, определяемого делением объемной нагрузки каррами на ширину заболони дерева,

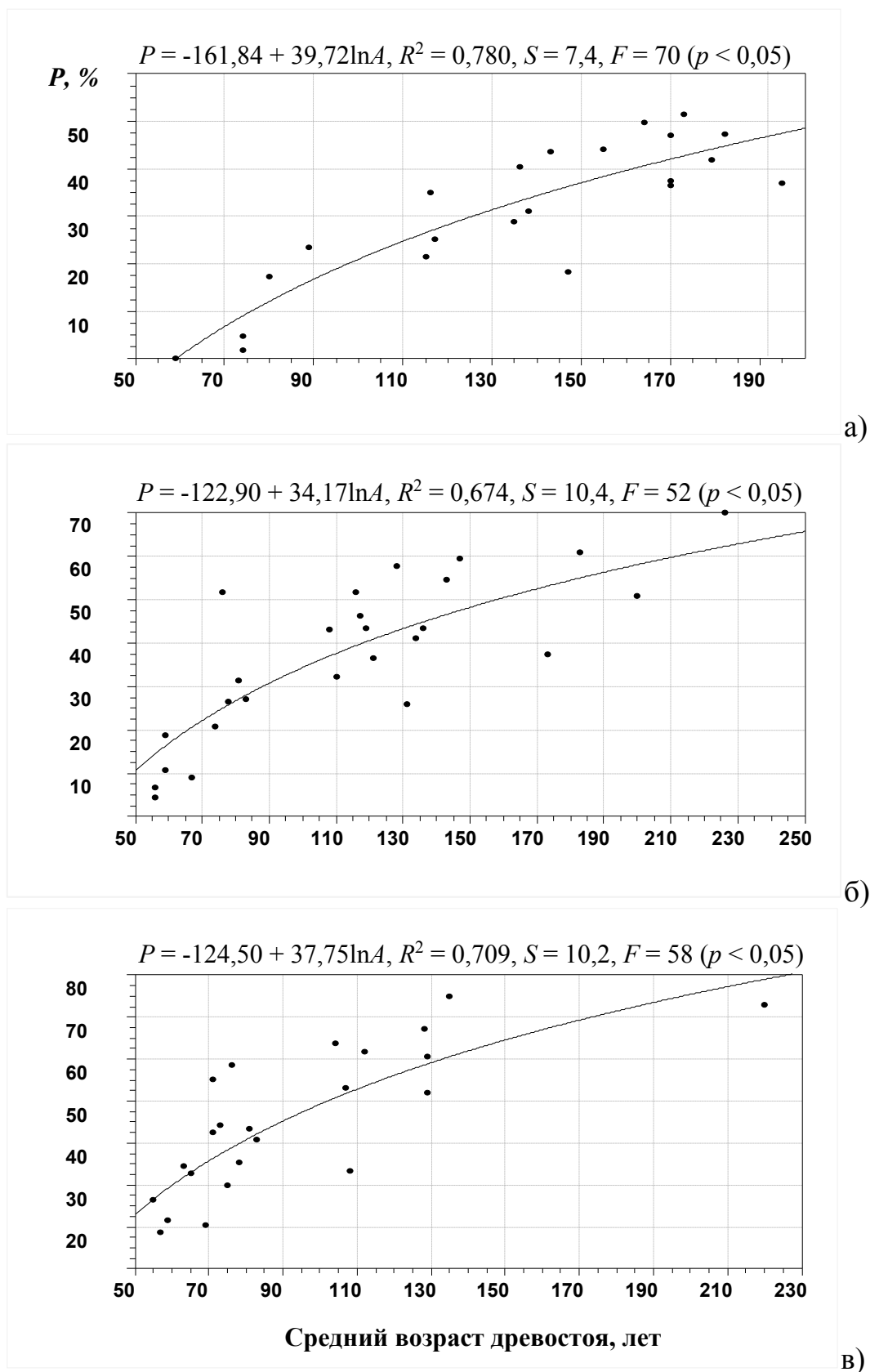


Рисунок 3 – Зависимость распространенности стволовой гнили (P) от возраста древостоя (A) для сосняков: а) – лишайниковой ($A = 60-200$ лет), б) – зеленомошной (60-250 лет), в) – разнотравной (50-230 лет) групп типов леса

достоверно возрастает относительный диаметр гнили (корреляция диаметра гнили с коэффициентом воздействия подсочки: $r=0,448$, $p<0,05$).

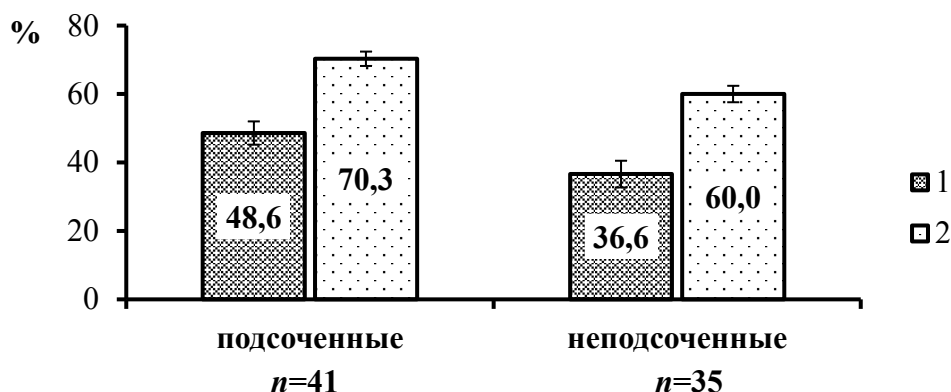


Рисунок 4 – Показатели развития гнили в стволах модельных деревьев:
1 – относительная протяженность; 2 – относительный наибольший диаметр

4 САНИТАРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ КРАСНОЯРСКОЙ ГРУППЫ РАЙОНОВ

4.1 Оценка санитарного состояния сосновых и березовых насаждений. На территории данной группы районов, отличающейся разнообразием лесорастительных условий и породного состава лесов, наиболее освоены и трансформированы тяготеющие к урботерриториям лесостепные и подтаежные насаждения, в которых доминируют сосна обыкновенная и береза повислая.

Согласно интегральной оценке состояние сосняков зеленой зоны является ослабленным вне зависимости от лесорастительных условий: средневзвешенный индекс состояния ($K_{ср}$) для подтаежных (таежных) и лесостепных сосняков $1,81 \pm 0,10$ и $1,98 \pm 0,12$ ($t_{факт}(1,1) < t_{05}(2,1)$) соответственно; показатель их жизненного состояния (L) по В.А. Алексееву (1989) – $76,44 \pm 3,01\%$ и $70,63 \pm 3,53\%$ ($t_{факт}(1,2) < t_{05}(2,1)$). Степень нарушенности сосновых ценозов определяется в первую очередь интенсивностью антропогенных воздействий: техногенного загрязнения и рекреационных нагрузок, на что указывают данные, полученные для боров лесостепной зоны (таблица 4). Состояние сосняков закономерно ухудшается (до утраты устойчивости) по мере приближения к урботерриториям, особенно к промышленным зонам по фронту преобладающих ветров. В пределах отдельных массивов (установлено для наиболее стрессируемого Березовского бора) – от центральных частей к опушкам (особенно наветренным). В условиях повышенной антропогенной напряженности у деревьев сосны обнаруживаются признаки патологического состояния, проявляющиеся на тканевом и морфологическом уровнях (Скрипальщикова и др., 2009; Стасова и др., 2009; Экологическое состояние ..., 2009).

Санитарное и жизненное состояние березняков в лесах Красноярской группы районов в среднем оценивается как удовлетворительное: $K_{ср}$ – $1,58 \pm 0,03$, L – $83,0 \pm 1,0\%$; не установлено статистически значимых различий в состоянии подтаежных (таежных) и лесостепных насаждений, древостоев семенного и порослевого происхождения ($t_{факт} < t_{05}$). Тем не менее, около половины площадей березняков, приближенных к урботерриториям, являются ослабленными. Наибольшие антропогенные нагрузки, в первую очередь хроническое техногенное загрязнение, наряду с сосновыми борами

Таблица 4 – Антропогенные нагрузки и состояние сосняков

Показатели	Берёзовский бор (10 км на восток)*	Есаульский бор (30 км на северо- восток)	Погорельский бор (около 40 км на север)
<u>Техногенное загрязнение:</u>			
- содержание микроэлементов на поверхности хвои, мг/м ² , в т.ч. фтора;	29,7 4,0	27,9 2,4	4,5 -
- содержание микроэлементов в хвое, мг/кг сух. массы, в т.ч. фтора;	25,4 20,0	6,5 2,0	4,2 -
- содержание водорастворимого фтора в лесной почве, мг/кг;	25,0	21,0	1,6
<u>Рекреационные нагрузки,</u> стадии дигрессии	III-IV	I-III	до I-III
$K_{ср} / L, \%$	2,3±0,2 / 61,8±4,7	1,7±0,1 / 77,4±3,0	1,6±0,1 / 81,0±3,8
U (p -уровень)	← 2 (<0,05) →		

* – расположение относительно города при преобладании западных ветров

принимают на себя колковые березняки лесостепной зоны, примыкающие к восточной промышленной окраине Красноярска. Детальные исследования, выполненные в сопоставимых по этому фактору березняках (таблица 5), не выявили значимого влияния техногенной нагрузки на их состояние (степень влияния фактора 0,5%, $p>0,05$). Состояние пригородных березняков достоверно ухудшается с повышением рекреационной нагрузки (степень влияния фактора 25%, $p=0,05$).

Таблица 5 – Техногенные нагрузки и состояние пригородных березняков

ПП	Источники загрязнения	Техногенные нагрузки		Показатели состояния древостоев		
		техногенная пыль, г/кг абс. сухой массы	общий фтор в смытых листьях, мг/кг	отпад, % от запаса	$K_{ср}$	$L, \%$
28	ТЭЦ-3, КрАЗ	4,8	21,9	6,7	1,6	82,0
29	ТЭЦ-3, КрАЗ	7,9	22,0	11,9	1,4	87,8
30	ТЭЦ-3, КрАЗ	8,2	36,0	6,3	1,4	87,7
31	ряд пром. предпр-ий	12,0	15,6	14,2	1,7	81,1
23	условно чистый фон	1,6	8,5	7,9	1,3	90,4

4.2. Фитопатологическое состояние сосновых насаждений. Видовое ядро дендропатогенной биоты в сосняках рассматриваемой территории представлено грибами – возбудителями типичных для данной породы болезней хвои, некрозно-раковых и гнилевых патологий. При общем сходстве патоккомплексов в пригородных сосняках, показатели проявления болезней по отдельным насаждениям несколько варьируют. В числе болезней ценозообразующего компонента доминирует стволовая гниль, распространенность которой достоверно выше ($U=4, p<0,05$) в древостоях таежной зоны (17,3±2,9%) в сравнении с лесостепными борами (2,8±0,9%), что вероятно обусловлено различиями в накоплении споровой инфекции *Phellinus pini*, а также изменениями в строении древесных тканей в антропогенно нарушенных древостоях лесостепи. Роль стволовой гнили в ослаблении деревьев минимальна. Одним из основных факторов

патологического отпада деревьев в сосняках выступает смоляной рак ($K_{\text{ср}}$ больных деревьев – 3,2-5,2), однако распространенность серянки наряду с другими болезнями некрозно-раковой группы не превышает 5%.

С конца прошлого столетия в лесах зеленой зоны г. Красноярска (преимущественно подтаежных) отмечаются случаи очагового (группового) усыхания высокополнотных сосняков в результате воздействия корневых патогенов (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref. s. str., *Armillaria mellea* s. l.). По имеющимся данным (Павлов и др., 2010, 2012) это явление обусловлено определенными ценотическими причинами, эдафическими условиями на фоне изменения климатических параметров.

Фитопатогенные консорты на подросте – микромицеты, поражающие хвою, вызывающие некрозно-раковые болезни ветвей и стволиков. Большее разнообразие болезней отмечается в сосняках подтаежной зоны, что связано с разнородностью биотопов в этих лесах, их меньшей антропогенной трансформацией в сравнении с лесостепными биогеоценозами. По представленности преобладают болезни хвои, составляющие в установленном патоконплексе 56%. Среди патологий филлосферы высокими показателями проявления характеризуется серое шютте (возб. *Lophodermella sulcigena* [Link] Höhn.), однако при большом количестве на растениях пораженной хвои, значительная площадь её поверхности продолжает продуцировать, ввиду отмирания верхних частей хвоинок. Наибольшей вредоносностью отличаются патогены, осваивающие древесные ткани и вызывающие некрозы и язвенный (биаторелловый) рак, которые являются главными биотическими факторами сильного ослабления и усыхания молодых растений, особенно в условиях чрезмерного затенения.

В онтогенезе растений (всходы → самосев → подрост) повышаются разнообразие и показатели проявления микозов. На подросте старше шести лет отмечается весь спектр выявленных болезней, нередко развивающихся на растении в комплексе. Вследствие этого более 50% подроста усыхает.

В пригородных лесах, продуцирующих на антропогенном фоне, формирование патогенной биоты, активность отдельных её представителей и вредоносность вызываемых болезней находятся в определенной зависимости от хронического техногенного загрязнения, которому в пределах лесного фитоценоза наиболее подвержен нижний ярус. По данным для сосняков лесостепной зоны степень загрязнения хвои токсичными для растений соединениями на подросте в 1,5-4 раза выше, чем в кронах деревьев основного полога. Сопоставление информации по лесостепным борам, различающимся уровнем антропогенных нагрузок, свидетельствует о достоверной тенденции повышения распространенности и развития доминирующих микозов на подросте по градиенту снижения загрязнения хвои наиболее фитотоксичными микроэлементами, включая фтор (рисунок 5). Это указывает на ингибирование паразитической активности фитопатогенных грибов токсическими веществами техногенных выбросов, которые по данным Т.В. Черненьковой (2004) помимо значительного поверхностного загрязнения молодых деревьев сосны обыкновенной интенсивно аккумулируются в тканях их коры и хвои.

4.3 Фитопатологическое состояние березняков. В составе дендропатогенной биоты березовых насаждений наиболее представлены микромицеты, связанные в своем развитии с филлосферой деревьев разного возраста. Однако их вредоносность незначительна, в ряде случаев они могут ослаблять молодняки, подрост из-за уменьшения физиологически активной поверхности листового аппарата и преждевременной дефолиации растений. Более значимы патогенные консорты, осваивающие элементы древесной фитомассы и вызывающие некрозно-раковые и гнилевые болезни березы.

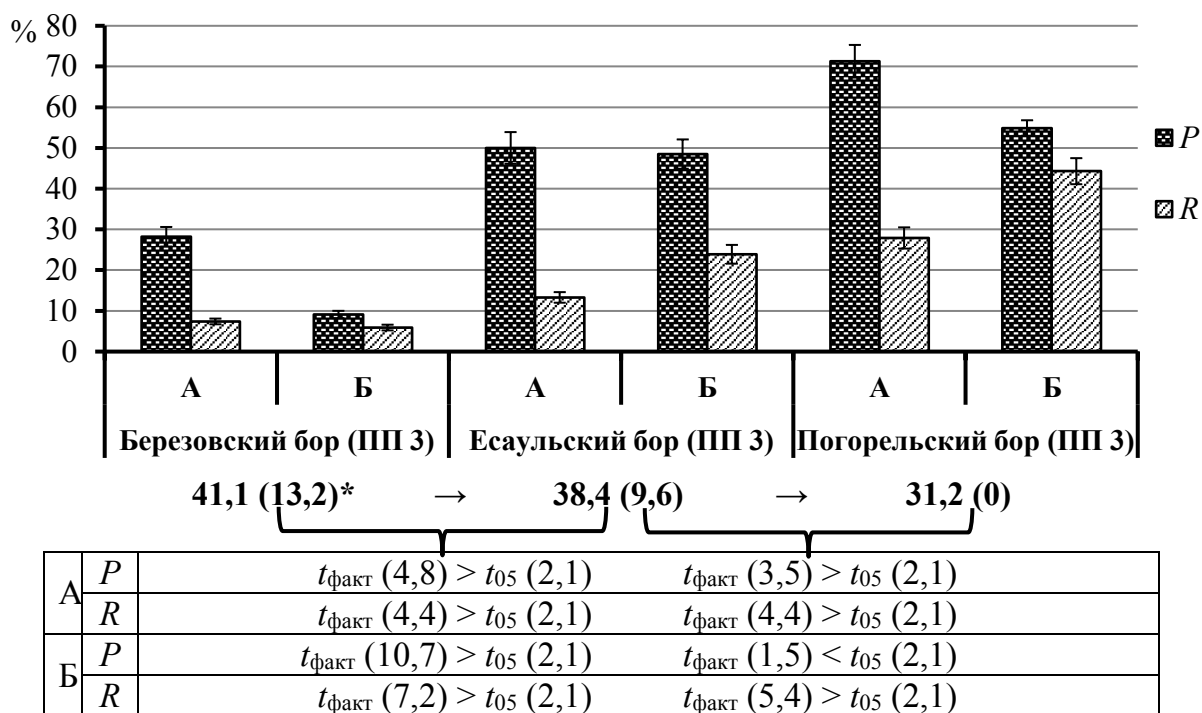


Рисунок 5 – Показатели проявления (распространенность – P , развитие – R) болезней подроста: А – серое шютте; Б – биаторелловый рак; * - содержание фитотоксичных микроэлементов: Pb , Zn , V , Cr , F (в т.ч. F) на хвое подроста, мг/м^2

4.3.1 Эколого-лесоводственные особенности пораженности березняков бактериальной водянкой. Данный бактериоз (в качестве возбудителя чаще упоминается *Erwinia multivora* Scz.-Parf.) относится к числу известных болезней древесных растений, в березняках различных регионов нередко достигает масштабов эпифитотий (Щербин-Парфененко и др., 1975; Гниненко, Безрученко, 1983; Гниненко, 2002; Смирнов, Котов, 2005; Сидоров, 2009, 2011; Шеховцев, 2009 и др.). В лесах Средней Сибири бактериальная водянка была установлена и описана только в насаждениях хвойных пород (Рыбалко, Гукасян, 1986), в которых она причислена к наиболее вредоносным заболеваниям.

В результате детального обследования березовых насаждений на обширной территории Красноярской группы районов нами установлено повсеместное поражение древостоев бактериальной водянкой (более половины случаев очаговое – пораженность 10-38%), которая проявляется на стволах в виде мокрого некроза и открытых раковых язв. Распространенность бактериоза выше в таежных лесах ($13,9 \pm 2,1\%$) в сравнении с лесостепью ($8,0 \pm 1,6\%$). В пределах первой зоны наибольшая пораженность насаждений выявлена на террасах склонов южной и юго-восточной экспозиции. Усреднение данных в рамках лесорастительных зон с учетом степени увлажнения почв позволяет говорить о более интенсивном поражении насаждений на влажных почвах (рисунок 6). Достоверность влияния лесорастительных условий на пораженность березняков водянкой подтверждена дисперсионным анализом данных (таблица 6).

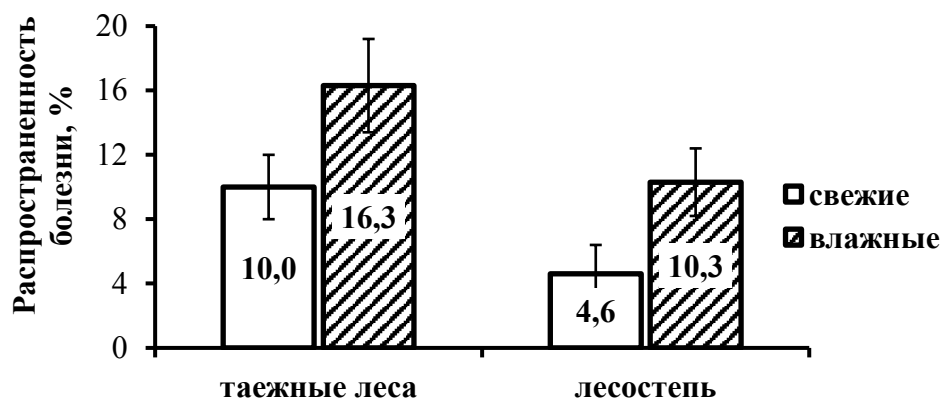


Рисунок 6 – Зависимость пораженности березняков бактериальной водяной от лесорастительных условий

Таблица 6 – Дисперсионный анализ влияния лесорастительных условий на распространенность бактериальной водянки

Факторы	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Средние квадраты	Степень влияния %	<i>F</i>	<i>p</i> -уровень
Лесорастительная зона (А)	1	234,4	234,4	13,1	4,9	0,04
Увлажнение почв (В)	1	264,3	264,3	14,8	5,5	0,03
Взаимодействие (АВ)	1	0,8	0,8	0,1	0,02	0,90
Случайные факторы	27	1292,6	47,9	72		
Все факторы		1792,1		100		

В результате множественного регрессионного анализа получено уравнение, отражающее зависимость распространенности (*P*, %) бактериальной водянки от наиболее значимых лесоводственно-таксационных показателей березняков:

$$P = 0,17A - 4,30B + 12,24Pl \quad (R = 0,927; S = 5,3, F = 57 (p < 0,05)),$$

где *A* – средний возраст древостоя, лет; *B* – класс бонитета; *Pl* – относительная полнота древостоя.

При анализе распределения деревьев по ступеням толщины в очагах бактериоза отмечается поражение деревьев разного диаметра соответственно их представленности в древостое, средний диаметр деревьев с признаками болезни близок к среднему диаметру древостоя.

Влияния рекреационной нагрузки, ослабляющей дендроценоз, на поражение березняков водяной не установлено: связь распространенности болезни с уровнем рекреации характеризуется $r = -0,151$; $p > 0,05$.

Состояние пораженной части древостоя заметно хуже его общего состояния ($U = 0,5$, $p < 0,05$): по данным ПП с пораженностью водяной $> 15\%$ $K_{ср}$ составил $2,30 \pm 0,08$ и $1,70 \pm 0,05$ соответственно. Худшим состоянием отличаются больные деревья с некрозно-раковой формой поражения. В то же время достоверной связи санитарного состояния березняков с пораженностью водяной в рамках всего исходного материала не установлено ($r = 0,295$, $p > 0,05$). Учитывая хронический характер течения патологического процесса (Гниненко, Жуков, 2006), можно ожидать дальнейшего повышения распространения и вредоносности бактериальной водянки в березняках региона.

4.3.2 Эколого-лесоводственные особенности пораженности березняков гнилями. Ряд полупаразитных представителей выявленного в березняках ксиломикокомплеса при освоении древесной биомассы живых деревьев инициируют гнилевые болезни.

Armillaria mellea s. l., вызывая токсигенное поражение и загнивание древесины корней, приводит к единичному, реже групповому усыханию (преимущественно в таежных березняках) обычно предварительно ослабленных деревьев. Результатом деятельности других видов дереворазрушающих грибов-биотрофов (*Fomes fomentarius* [L.] Fr., *Fomitopsis pinicola* [Sw.] P. Karst., *F. betulina* [Bull.] B.K. Cui, M.L. Han & Y.C. Dai, *Inonotus obliquus* [Fr.] Pilát., *Phellinus igniarius* [L.] Quél.) является развитие стволовой гнили. Их проникновение в стволы происходит посредством спор через поранения, у порослевых деревьев – преимущественно мицелиально-комлевым путем из материнского пня. Пораженность березовых древостоев стволовой гнилью в среднем не превышает 10%, может достигать более 20%. Распространенность гнили достоверно выше в насаждениях порослевого происхождения ($9,8 \pm 1,2\%$) в сравнении с семенными березняками ($5,0 \pm 0,7\%$): $t_{\text{факт}}(3,3) > t_{05}(2,1)$. Порослевые березняки подвержены стволовым (комлевым) гнилям с молодого возраста, преобладающая их часть встречается в лесостепной зоне, где на протяжении многих лет в древостоях, доступных для лесопользования, осуществлялась заготовка древесины для нужд местного населения с последующим их вегетативным восстановлением. Корреляционный анализ, выполненный по всем вариантам группировки данных, не выявил значимой связи распространенности гнили с лесоводственно-таксационными параметрами березняков, что лишний раз указывает на их антропогенную трансформацию.

Анализ данных о распределении деревьев по ступеням толщины в насаждениях (преимущественно порослевого происхождения) с распространенностью гнили $>10\%$ указывает на хаотичное поражение стволовой гнилью деревьев разного диаметра. Подобное обусловлено их заражением от материнских пней при вегетативном возобновлении и главное – через случайно возникающие на стволах поранения вследствие выборочных рубок, рекреационного воздействия и пасквальных нагрузок.

Развитие стволовой гнили ослабляет пораженные деревья, что достоверно проявляется в березняках как семенного, так и порослевого происхождения (при сравнительном анализе $K_{\text{ср}}$ для пораженной совокупности деревьев и всего древостоя $t_{\text{факт}} > t_{05}$); приводит к накоплению гнилевого ветролома, понижению их товарности.

5 САНИТАРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

5.1 Общая характеристика санитарного и лесопатологического состояния насаждений. Длительное освоение лесостепных ландшафтов Минусинской котловины (расширение селитебных территорий, развитие агропромышленного комплекса) обусловило значительное антропогенное воздействие, прежде всего выборочных рубок, рекреационной нагрузки и лесных пожаров, на продуцирующие здесь лесные насаждения, включая уникальные ленточные и островные боры. Лесные пожары в борах ежегодно выступают основным экзогенным фактором накопления площадей древостоев с нарушенной и утраченной устойчивостью, создают условия для повышения численности насекомых-ксилофагов. На гарях отмечается активное плодообразование

макромицета *Rhizina undulate* Fr., представляющего потенциальную угрозу для последующего возобновления сосны.

Санитарное и лесопатологическое состояние насаждений с преобладанием березы удовлетворительное. В березняках патологический отпад единичных деревьев связан с развитием стволовых гнилей и бактериальной водянки (мокрого рака). Пораженность древостоев указанным бактериозом в условиях повышенного почвенного увлажнения достигает более 10%.

Наибольшую тревогу вызывает возрастающее усыхание сосняков Минусинской котловины, основной внутриценотической причиной которого по данным исследований, проведенных в ленточных борах под руководством И.Н. Павлова (Павлов и др., 2008, 2009) и наших исследований, является гриб *Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref. s. str. (корневая губка). В продолжение изучения данной проблемы нами проведены исследования в сосняках Национального парка «Шушенский бор», расположенных в южной части котловины.

5.2 К вопросу пораженности сосняков корневой гнилью. Анализ материалов лесоустройства и маршрутное обследование показали наличие различных по масштабам очагов корневой гнили (от группового до куртинного усыхания) во всех частях Шушенского бора: в естественных насаждениях и лесных культурах разного возраста, произрастающих как на старопахотных, так и лесных землях. По данным лесоинвентаризации в 1998 году суммарная площадь пораженных выделов в сосняках составляла 8%, в 2010 году – достигала 30%. В 2014 году нами выявлено присутствие очагов усыхания, в том числе с сильной степенью поражения, на около 40% площади сосняков. Таким образом, в борах Минусинской котловины, корневая гниль приобрела масштабы прогрессирующей эпифитотии. Проблема обусловлена снижением устойчивости сосняков с сопряженным повышением паразитической активности корневой губки вследствие комплекса экологических факторов: аридизации климата, усугубляющейся нарушением гидрологической обстановки из-за создания Саяно-Шушенского гидроузла, агромелиоративных мероприятий и строительства дорог; выборочных рубок и усиления ветровой нагрузки, атмосферного загрязнения со стороны Саяногорского алюминиевого завода (Павлов и др., 2009; Татаринцев и др., 2015).

Детальные исследования, выполненные на трех ключевых участках, различающихся категорией земель и происхождением сосняков, позволили установить некоторые эдафорографические особенности в формировании очагов корневой гнили.

На **первом участке** (естественные сосняки разнотравно-зеленомошные) очаги поражения (ПП 1, 3) сформировались на пониженных элементах мезорельефа относительно непораженного насаждения (ПП 2), расположенного на возвышенности между ними. Почвенный профиль на трех площадях однотипен и характеризуется схожей мощностью субэлювиального горизонта (BEL), глубиной залегания материнской породы (рисунок 7а). Обращает на себя внимание маломощный слой подстилки в очагах и главное – заметно большая мощность серогумусового горизонта (AY) в сравнении с контролем, что в сочетании с концентрацией влаги в мезопонижениях определяет активное развитие мицелия корневой губки и формирование преобладающей части биомассы корней деревьев в верхних горизонтах.

Почвы под насаждениями на старопахотных площадях: **второй участок** – естественные сосняки разнотравные; **третий участок** – искусственные сосняки мертвопокровные, характеризуются более сложным строением вследствие, прежде всего их антропогенной трансформации (третий участок). В обоих случаях при относительной орографической однородности территорий, действующие очаги корневой гнили

приурочены к местам с маломощными почвами, где устойчивость деревьев снижена из-за развития поверхностной корневой системы.

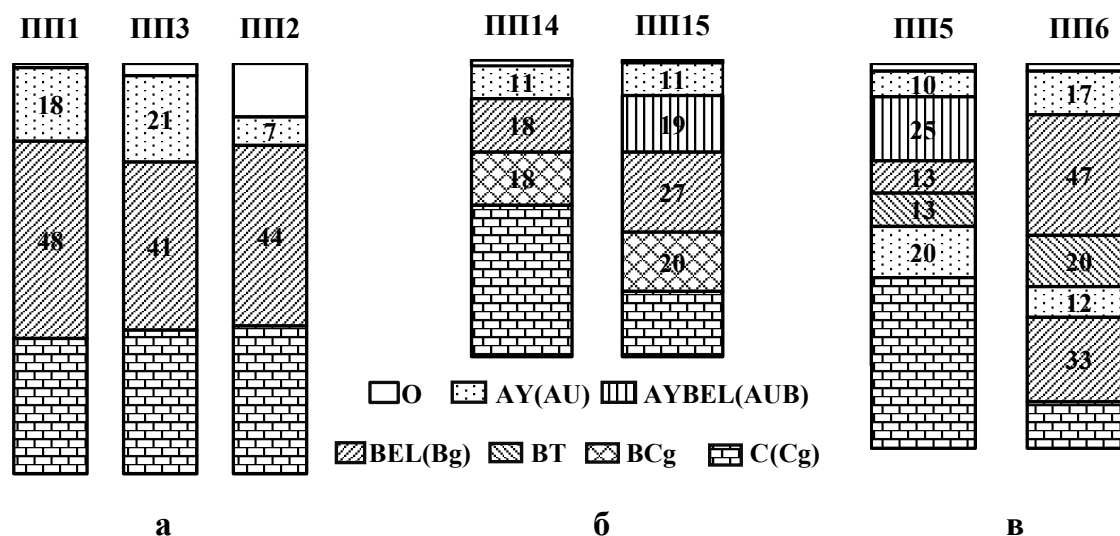


Рисунок 7 – Строение почвенных профилей на участках (цифрами – мощность горизонтов, см; в скобках – горизонты почв на 2-ом участке): **а** – 1-ый ключевой участок: серая (ПП 1, 3 – очаги; ПП 2 – контроль); **б** – 2-ой ключевой участок: темногоумусовая глеевая (ПП 14 – очаг; ПП 15 – контроль); **в** – 3-ий ключевой участок: дерново-слабоподзолистая (ПП 5 – очаг; ПП 6 – контроль)

По гранулометрическому составу почвы под изучаемыми сосняками не отличаются большим разнообразием и в основном относятся к разным градациям суглинка (таблица 7), в связи с чем, данный показатель не может рассматриваться в качестве значимого в патогенезе корневой гнили.

Установлено, что актуальная кислотность почв (особенно в пределах гумусового горизонта) выше в очагах корневой губки в сравнении с непораженными насаждениями, что наиболее выражено для естественных сосняков на целинных землях (первый участок). Это согласуется с имеющимися сведениями о лучшем росте грибницы корневой губки в условиях слабокислой среды (Алексеев, 1969).

Таблица 7 – Показатели почв (числитель – горизонт АУ (AU), знаменатель – горизонт BEL (Bg))

Показатель	Ключевые участки						
	1			2		3	
	ПП 1	ПП 2*	ПП 3	ПП 14	ПП 15*	ПП 5	ПП 6*
Грануломет- рич. состав	ср. сугл. тяж. сугл.	ср. сугл. ср. сугл.	лег. сугл. ср. сугл.	тяж. сугл. тяж. сугл.	лег. сугл. глина	лег. сугл. лег. сугл.	лег. сугл. супесь
pH водное	5,1 6,0	6,2 6,1	5,2 5,8	5,5 6,3	5,6 6,0	5,5 5,2	5,6 5,5
Гумус (C), %	5,03 (2,92)	2,53 (1,47)	5,75 (3,34)	6,60 (3,83)	7,13 (4,14)	1,07 (0,62)	1,03 (0,60)

* – непораженное насаждение (контроль)

Для естественных сосняков на целинных землях выявлено также заметно большее содержание гумуса (углерода) в почве под очагами корневой гнили (ПП 1, 3) относительно контроля (ПП 2), что дополняет выше приведенную информацию о

приуроченности очагов поражения в таких насаждениях к местам с более мощным горизонтом АУ. Подобной тенденции не установлено для сосняков на старопахотных землях. Вероятно роль органического компонента (гумуса) особенно важна для первичной резервации и накопления в почве инокулюма корневой губки, учитывая приоритетность ее сапротрофного развития.

В локальных очагах болезни происходит активное накопление патологического отпада, который по запасу составляет более 30% (достигает 60%), представлен усыхающими, усохшими и ветровальными деревьями. Последняя категория пополняется в основном из числа средних и крупных пораженных деревьев, особенно активно при повышении разреженности полога. Очаги корневой губки обозначают себя появлением прогалин, зарастающих травянистой растительностью из числа видов луговых сообществ, кустарниками, устойчивыми к патогену смешанными молодняками с преобладанием березы. Имеющийся по периферии подрост до 15% также поражен корневой губкой.

В очагах болезни поражаются деревья разного диаметра с большим или меньшим уклоном в сторону низких ступеней толщины (рисунок 8), что согласуется с данными других исследователей (Алексеев, 1969; Павлов и др., 2009) и указывает на первоначальное патогенное воздействие корневой губки на деревья сосны, ослабленные внутриценотическим давлением. Именно эта часть древостоя обеспечивает повышение паразитических свойств корневых патогенов. В длительно действующих («зрелых») очагах распределение деревьев по ступеням толщины в части отпада в значительной степени соответствует начальному строению древостоя по диаметру (ПП 1, 3).

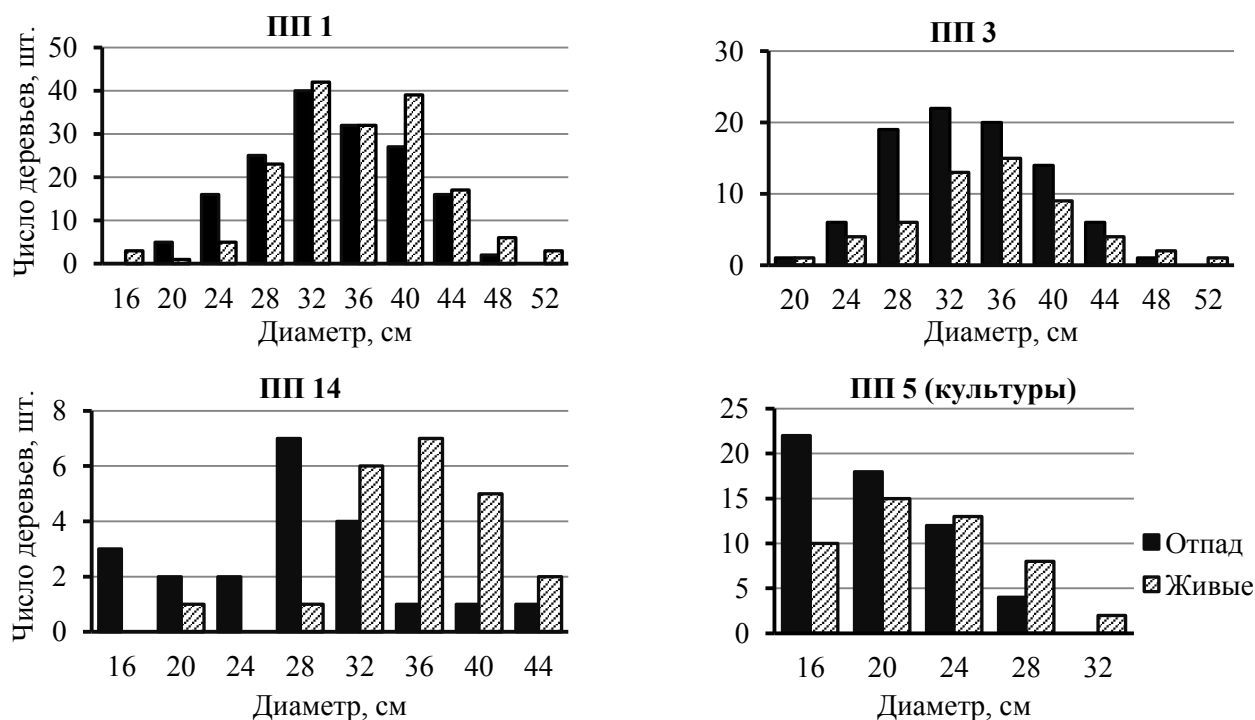


Рисунок 8 – Распределение деревьев по диаметру в очагах корневой гнили

По материалам лесоинвентаризации и маршрутного обследования установлено, что вероятность и степень поражения сосняков корневой гнилью возрастает при повышении рекреационной нагрузки, особенно на рубеже III-IV стадий дигрессии насаждений. Это обусловлено уплотнением лесной почвы с уменьшением ее порозности и воздухоемкости,

что переносится корнями сосны хуже, чем мицелием корневой губки (Алексеев, 1969), а также механическим травмированием части корней и нарушением микрофлоры в пределах ризосферы. Деятельность корневой губки не установлена в насаждениях максимальной стадии дигрессии из-за критического для развития гриба уровня уплотнения, снижения гумусированности и порозности почвы.

В очагах усыхания создаются условия для повышения численности большого елового лубоеда (*Dendroctonus micans* [Kug.]), заселяющего текущий отпад и являющегося потенциально опасным вредителем для искусственных сосновых молодняков.

6 САНИТАРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАСАЖДЕНИЙ УРБОТЕРРИТОРИЙ

Продуктивность, функциональный потенциал насаждений урботерриторий, включающих фрагменты сильно трансформированных лесных фитоценозов, разные варианты искусственных насаждений, определяется комплексом экологических факторов, многие из которых выступают в качестве лимитирующих, вызывая у растений болезненное состояние. Многофакторность санитарно-фитопатологического состояния насаждений в условиях городской среды проявляется в прямом и косвенном, часто сопряженном, влиянии на древесные растения негативных эдафических условий, высокого уровня техногенного загрязнения, экстремальных погодных-климатических параметров, травмирования деревьев, дендропатогенных организмов.

6.1 Санитарное состояние и патогенная биота насаждений интродукционных хозяйств. Интродукционные хозяйства, являясь местом сосредоточения на ограниченной территории многих видов древесных растений разного географического происхождения, служат подходящими объектами для сравнительного анализа санитарного и фитопатологического состояния последних, изучения особенностей формирования на них патогенной биоты.

Древесные растения разного географического происхождения на объекте исследований (городской дендрарий ИЛ СО РАН) по градиенту повышения значения индекса (ухудшения) состояния расположились следующим образом: североамериканского происхождения ($1,43 \pm 0,11$) → европейского, сибирского, дальневосточного происхождения → среднеазиатского происхождения ($2,17 \pm 0,27$). В результате повидового анализа установлены виды худшего состояния и, не имеющие признаков ослабления. К факторам, лимитирующим жизнедеятельность растений (большинство интродуценты), в условиях дендрария относятся экстремальные погодные-климатические условия, насекомые-фитофаги и патогенные организмы, в незначительной степени антропогенные загрязнения.

Из 18 ботанических семейств древесных растений микромицетами-патогенами филлосферы оказалось освоено 10 (56%). Лидер по количеству возбудителей микозов листьев – семейство Rosaceae, включающее максимальное число таксонов более низких рангов; на уровне рода – р. *Populus*. При этом доля пораженных видов наиболее значительна (61%) среди представителей местной арборифлоры (сибирские и натурализовавшиеся виды), с ними же ассоциировано и наибольшее число видов микромицетов (22 из 31 выявленных), что согласуется с данными других исследователей (Исиков, Конопля, 2004; Булгаков, 2010; Томошевич, 2015). Максимальное число

патогенов (4) установлено на местных видах *Populus balsamifera* L., *P. nigra* L., на листьях которых они нередко развиваются совместно.

Вредоносность листовых инфекций определяется характером воздействия возбудителей на паренхимную ткань, возрастным состоянием и реакцией растений на их развитие, временем поражения и степенью освоения ассимилирующего аппарата в течение вегетации. По характеру патологического воздействия и в связи с интенсивным развитием в период активной вегетации наиболее вредоносны возбудители ржавчины и особенно мучнистой росы. Активному поражению мучнистой росой восприимчивых к болезни древесных растений способствует интенсивная их обрезка, провоцирующая нарастание молодой зеленой фитомассы.

Установлен комплекс некрозно-раковых болезней ветвей и стволов, вызываемых представителями полупаразитной микрофлоры (таблица 8), деятельность которых нередко сопряжена с термическим и механическим повреждением деревьев. Патогенез этих болезней отличается, как правило, многолетней динамикой со случаями системного поражения растений. Их итогом является частичное или полное усыхание древесных растений. Заметно большей вредоносностью отличаются бактериозы на гибридной березе, видах сем. *Salicaceae*, а также заболевание грибной этиологии (тиростромоз) на вязе приземистом. Последнее в условиях Сибири ранее не отмечалось.

Таблица 8 – Некрозно-раковые болезни, оценка вредоносности

Болезнь, возбудитель	Поражаемое растение	$K_{\text{ср}}$ насаждения	Показатели болезни	
			P^* , %	$K_{\text{ср}}$ больных растений
Бактериальная водянка <i>Erwinia</i> sp.	<i>Betula pendula</i> Roth.	1,4	2,1	2,0
	<i>Betula</i> sp. (гибридная)	2,9	33,3	4,2
	<i>Alnus incana</i> Moench.	1,4	9,1	2,5
	<i>Populus berolinensis</i> Dipp.	2,0	30,0	3,3
	<i>Salix viminalis</i> L.	2,3	33,3	3,8
	<i>Armeniaca mandschurica</i> Max.	2,3	53,3	2,4
Опухолево-язвенный рак <i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Populus alba</i> (<i>pyramidalis</i>) L.	2,4	87,5	2,6
	<i>Populus balsamifera</i> L.	1,4	5,4	3,3
Ступенчатый рак <i>Neonectria ditissima</i> [Tul. & C. Tul.] Samuels & Rossmann	<i>Acer platanoides</i> L.	1,4	4,8	2,0
	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1,6	18,7	2,2
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	1,6	2,5	2,0
Тиростромоз (стигминиоз) <i>Thyrostroma compactum</i> [Sacc.] Höhn.	<i>Ulmus pumila</i> L.	2,9	80,0	3,2

* – распространенность болезни

К патогенным факторам следует относить воздействие галлообразующих насекомых, приводящее к гипертрофии тканей листьев, побегов, вегетативных почек. Наибольшим патологическим эффектом отличается деятельность листовенничной почковой галлицы (*Dasynura laricis* F. Lw.), которая повреждая вегетативные почки у листовенницы сибирской, приводит к образованию вместо пучков хвои галл (терат) с последующим подсыханием ветвей.

6.2 Санитарно-фитопатологическое состояние насаждений общего пользования. Санитарное состояние древесных растений, их взаимоотношения с

патогенными организмами в городских насаждениях общего пользования (парки, скверы, внутридворовые и придорожные посадки), функционирующих в «эпицентре» урботерриторий, в значительной степени зависят от антропогенных факторов. Видовой состав патогенов на древесных растениях здесь схож с таковым, установленным на тех же видах в дендрарии. Для детального изучения санитарно-фитопатологического состояния в качестве тестовых объектов выбраны насаждения общего пользования: лиственницы сибирской, вяза приземистого, тополя бальзамического. Эти древесные виды в условиях Средней Сибири широко представлены в насаждениях селитебных и санитарно-защитных зон городов; в том числе расположенных в районах г. Красноярска с разным уровнем суммарного техногенного загрязнения (по Хлебопрос и др., 2012) и представленные рекреационными и придорожными посадками.

В соответствии с методикой и классификацией В.А. Алексеева (1989) установлено в среднем ослабленное состояние насаждений исследуемых пород. Тем не менее, более высоким показателем жизненного состояния (L) характеризуются посадки вяза ($78,2 \pm 2,8\%$) и тополя ($73,9 \pm 3,1\%$) в сравнении с лиственницей ($65,4 \pm 3,2\%$). На жизненное состояние насаждений лиственницы негативное влияние оказывает техногенное загрязнение, о чем свидетельствует усреднение данных с учетом расположения учетных единиц по зонам загрязнения территории города и результаты сравнительного анализа: $U=2,5$ ($p<0,05$). Большой стресс испытывают придорожные посадки этой породы по причине интенсивного загрязнения со стороны автомобильного транспорта, неблагоприятных эдафических условий, что объясняет значимо лучшее состояние рекреационных насаждений лиственницы относительно придорожных посадок: L соответственно $72,5 \pm 4,0\%$ и $60,1 \pm 4,0\%$, $U=8$ ($p<0,05$). Распределение деревьев по диаметрам в части отпада в целом соответствует морфометрической структуре насаждений лиственницы. Отмечаемое превышение усыхания среди мелкоствольных деревьев главным образом связано с ослабленностью части посадочного материала и нарушениями технологии посадки. В условиях городской среды основной биотический фактор ослабления и даже усыхания лиственницы – упомянутая почковая галлица, повреждение которой носит хронический характер; средняя степень повреждения крон деревьев по городу 25%. В результате деятельности насекомого в кроне усыхает до 50% ветвей и более, что усугубляется неблагоприятными абиотическими факторами, особенно в придорожных посадках.

Достоверных различий в состоянии насаждений вяза разного типа, а также произрастающих в районах с разным уровнем техногенного загрязнения не установлено, что подтверждает его относительную устойчивость к негативным условиям городской среды. Весомый фактор, определяющий состояние деревьев лиственных пород в городе – обрезка крон. Для вяза приземистого обрезка имеет заметный положительный санитарно-омолаживающий эффект: показатель жизненного состояния (L) для насаждений с обрезкой деревьев и без неё – $95,5 \pm 1,3\%$ и $67,8 \pm 2,9\%$, $U=6$ ($p<0,05$). Позитивные последствия для состояния насаждений отмечаются как в случае ежегодной щадящей обрезки деревьев, так и при радикальной обрезке с удалением большей части их надземной биомассы, даже в поздневесенний период с оставлением незащищенных мест спилов. Это обусловлено устойчивостью вяза приземистого к значительной потере влаги. При устойчивости вяза к листовым инфекциям, основными патологическими факторами для него выступают бактериальная водянка (мокрый рак) и тиростромоз. Пораженность вязовых насаждений бактериозом указывает на наличие очагов болезни ($10-79\%$, в среднем $40,9 \pm 2,7\%$), при этом состояние больных деревьев почти не отклоняется от общего состояния насаждений данной породы. Тиростромоз, проявляющийся в

формировании открытых раковых ран на ветвях, стволах, частичном или полном их усыхании, имеет меньшее распространение ($0-60\%$, $14,3 \pm 2,6\%$). В старовозрастных неухоженных посадках средняя пораженность этим микозом обычно превышает 10% . В отличие от водянки характеризуется повышенной вредоносностью; в отдельных насаждениях значительная часть пораженных тиростромозом деревьев усыхает. По отношению к поражению вяза тиростромозом значимый санитарно-оздоровительный эффект имеет обрезка деревьев (в т.ч. радикальная): распространенность болезни в насаждениях с обрезкой деревьев и без неё – $1,1 \pm 0,6\%$ и $21,4 \pm 3,2\%$, $U=30$ ($p<0,05$). На пораженность бактериальной водянкой обрезка не влияет ввиду системного развития болезни в дереве.

Материалы обследования насаждений тополя бальзамического в разных районах города показали негативное влияние техногенного загрязнения на их жизненное состояние: различия в состоянии значимы при сравнении выборок крайних уровней загрязнения ($U=5$ ($p<0,05$)), однако следует учитывать, что большая часть деревьев в районах с повышенным уровнем суммарного загрязнения отличаются старовозрастностью. Состояние деревьев в посадках разного типа достоверно не различается. При значительной представленности патогенной биоты на тополях, в первую очередь возбудителей болезней листьев, главным биотическим фактором, определяющим состояние тополевых насаждений в городе и появление в них текущего отпада (достигает в отдельных посадках 40% и более), является микромицет *Cytospora chrysosperma* [Pers.] Fr. (*Valsa sordida* Nitschke), вызывающий некроз коры (бурый цитоспороз). Возбудитель болезни, как и прочие представители р. *Cytospora*, *Valsa*, являясь полупаразитом, входит в состав эпифитной микрофлоры деревьев и сопровождает растение-хозяин на протяжении всей его жизни в лучшем случае в виде скрытой инфекции (Гвретишвили, 1982; Исиков, Конопля, 2004). Паразитические свойства гриба активизируются на деревьях, стрессируемых различными факторами. К числу таких лимитирующих факторов в условиях города относят высокое техногенное загрязнение воздуха, неблагоприятные почвенно-грунтовые условия, наличие большого количества механических поранений стволов и ветвей, значительное повреждение листьев минирующей молью и др. (Денбновецкий, 1966; Аль Дакхил Башар, 1992; Татаринцев, 2000). Наибольший негативный эффект для состояния тополя с резким снижением устойчивости к цитоспоровому некрозу имеют воздействия, приводящие к критическому уменьшению степени насыщения водой тканей коры, флоэмы и заболони: снижение уровня грунтовых вод, засуха, пожары, интенсивная обрезка крон деревьев (Прохненко, 1976, 1977, 1980; Минкевич, 1977; Гвретишвили, 1982). По имеющимся данным (Butin, 1955) восприимчивость тополей к цитоспорозу возникает при потере деревьями не менее 20% влаги. Очевидно, это объясняет высокую долю текущего отпада, установленную нами в насаждениях тополя бальзамического, подверженных радикальной обрезке ($17,3 \pm 4,3\%$), относительно насаждений с её отсутствием ($5,2 \pm 1,5\%$) ($U=8$, $p<0,05$). В ряде случаев процесс инфекционного усыхания тополей протекает при участии бактериальной водянки (возбудители *Erwinia* sp.), в старовозрастных насаждениях усугубляется значительным поражением деревьев стволовой гнилью, доминирующий возбудитель которой *Fomes fomentarius* [L.] Fr.

В насаждениях города цитоспорозом поражаются тополя любого возраста и диаметра. Однако при равных прочих условиях в более короткие сроки усыхают молодые, мелкоствольные экземпляры, что обусловлено относительно быстрой кольцевой некротизацией их стволов. Об этом свидетельствует заметно большая представленность текущего патологического отпада в низких ступенях толщины, особенно в части деревьев

без радикальной обрезки крон (рисунок 9). В то же время значительное стрессирование деревьев радикальной обрезкой, сопровождающееся критической потерей влаги через крупные места спилов и резким нарушением соотношения надземной и корневой биомасс, нередко приводит к отпаду и среди крупномерных старовозрастных деревьев (рисунок 9а).

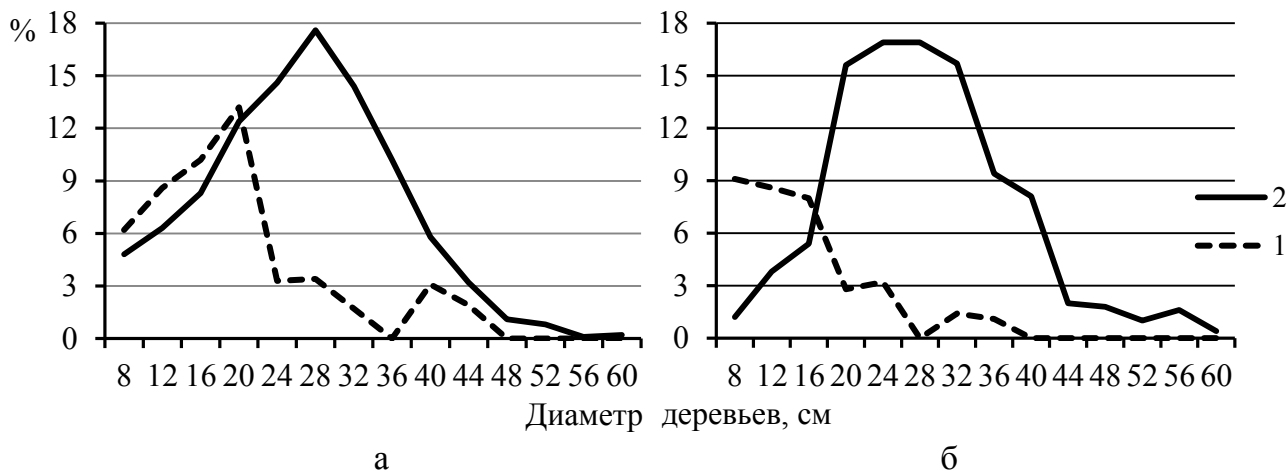


Рисунок 9 – Особенности накопления патологического отпада (1 – доля пораженных деревьев в пределах ступеней толщины) относительно общего распределения тополей по диаметру (2): а – деревья с радикальной обрезкой кроны; б – деревья без обрезки

В целях изучения латентной инфекции *Cytospora chrysosperma* (присутствие и потенциальная активность) на тополях в зависимости от антропогенных воздействий был выполнен лабораторный эксперимент. В двух районах, различающихся по экологической обстановке: 1 – под факелом КрАЗа (алюминиевого завода), 2 – западная окраина города (условно чистый фон), соответственно с 6 и 8 модельных деревьев, включающих экземпляры с радикальной обрезкой крон и без неё, взято по 12 черенков из живых ветвей последнего и предшествующего порядков в разных частях кроны. После парафинирования (по М.Н. Гвретишвили (1982)) черенки, разложенные в стерильные контейнеры, помещали в темное место чистого помещения с температурой воздуха 16-20°C. Первые конидиомы (пикниды) *C. chrysosperma* обнаружили себя на части черенков из чистого района на 24-ые сутки после парафинирования выступающими из коры темными экзостромами. Относительное количество образцов с плодоношениями гриба и интенсивность спороношения (оценивалась по количеству конидиом на поверхности черенков и интенсивности выхода из них слизистых масс стилоспор) на всех этапах эксперимента показали значимо ($p < 0,05$) меньшую активность скрытой инфекции *C. chrysosperma* на образцах из-под КрАЗа (рисунок 10). Это указывает на ингибирование развития гриба содержащимися в промышленных выбросах веществами, в частности соединениями фтора.

В ходе эксперимента выявлено повышенное присутствие гриба в тканях более старых ветвей, особенно в их основании с относительно толстой корой. Побеги последнего прироста инфицированы в незначительной степени, на большей части таких побегов (черенков), взятых с деревьев после текущей радикальной обрезки, скрытая инфекция вообще не проявилась. Следовательно обрезка для кроны имеет эффект санации в отношении цитоспоровых грибов.



Рисунок 10 – Динамика формирования конидиом и активности споруляции *Cytospora chrysosperma* на черенках *Populus balsamifera*: а – относительное количество черенков с пикнидами, б – интенсивность спороношения (в баллах); 1 – под КрАЗом, 2 – чистый фон

7 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ

7.1 Обоснование системы лесозащитных мероприятий в лесных биogeоценозах южной части Средней Сибири. В системе лесозащитных мероприятий первоочередное место занимает лесопатологический мониторинг, важная и неотъемлемая часть которого – фитопатологический мониторинг (ФПМ). К основным объектам ФПМ относятся агрессивные фитопатогены; лесные насаждения, в которых их деятельность приводит к возникновению эпифитотий и как следствие расстройству и (или) утрате ресурсной ценности фитоценозов. Их следует выделять на основе ландшафтно-лесорастительного районирования территории с обязательным учетом целевого назначения насаждений, породного состава, возрастного состояния древостоев, а также наличия природных и антропогенных факторов, ослабляющих устойчивость последних. Руководствуясь этим, и исходя из материалов лесоводственно-фитопатологических исследований, выделены первоочередные объекты ФПМ для лесных биogeоценозов южной части региона. В антропогенно освоенных лесах рассматриваемой территории приоритетным является наземный ФПМ. Для начального обнаружения и фиксирования очагов болезней, особенно в менее доступных лесах, целесообразно также использовать дистанционный мониторинг. Система ФПМ предусматривает: лесопатологический надзор (получение базовой информации о фитопатологической ситуации в лесах); лесопатологические обследования (ЛПО), в том числе текущие оперативные и инвентаризационные ЛПО (определение масштабов повреждения и усыхания деревьев в действующих, затухающих очагах болезней), лесопатологическая экспертиза (установление причин прогрессирующего усыхания насаждений с привлечением разнопрофильных специалистов-экспертов).

На основе результатов исследований можно предложить ряд мероприятий по оптимизации санитарного и фитопатологического состояния насаждений.

В сосняках *Приангарья* основные мероприятия должны быть направлены на снижение ущерба от стволовой гнили. В целях профилактики возникновения гнили в

деревьях, важно стремиться к раннему очищению стволов от сучьев путем поддержания оптимальной густоты в сосновых молодняках. После очищения деловой части стволов для увеличения прироста деревьев и застания сучковых ран необходимо умеренное изреживание древостоя путем уборки мелкоствольных и крупных сучковатых деревьев.

Во взрослых сосняках основное внимание должно быть направлено на предупреждение повышения распространенности гнили, снижение имеющейся пораженности, рациональную эксплуатацию древостоев в целях продления срока их жизнедеятельности (в защитных лесах) и снижения потерь ценной деловой древесины (в эксплуатационных лесах). Большое значение в профилактике пораженности стволовой гнилью имеет снижение отрицательного воздействия на насаждения антропогенных факторов: рекреационной нагрузки, в эксплуатационных лесах подсочки, по поводу чего предложен ряд конкретных мер. В случаях критического нарушения состояния сосняков целесообразна санитарная рубка, порядок проведения которой определяется целевым назначением, исходной полнотой и возрастом древостоя, запасом текущего отпада, лесорастительными условиями. В эксплуатационных сосняках, особенно разнотравной группы, не желательно поддерживать оборот рубки выше 100 лет.

Учитывая антропогенную специфику территории *Красноярской группы районов* основные мероприятия по оптимизации состояния продуцирующих здесь лесных фитоценозов, прежде всего, должны быть направлены на минимизацию негативного влияния техногенного загрязнения и рекреационного лесопользования путем реализации комплекса природоохранных мер: создание зеленых насаждений в СЗЗ крупных предприятий на основе системы устойчивого озеленения (Павлов, 2006) для снижения отрицательного влияния на пригородные леса промвыбросов; рекреационное устройство лесных территорий с противопожарными мероприятиями. В насаждениях с нарушенной и утраченной устойчивостью требуется проведение санитарно-оздоровительных мероприятий: очистка от захламления и загрязнения, в необходимых случаях выборочная санитарная рубка (реже сплошная) с учетом особенностей патологических процессов; при повышенной численности насекомых-ксилофагов (особенно имеющих дополнительное питание) целесообразна выкладка ловчих деревьев. После выборочной санитарной рубки высокой интенсивности, сплошной рубки обязательно должны проводиться меры по лесовосстановлению с ориентацией на коренные породы, в очагах болезней – породы, устойчивые к патогенам.

В условиях *Минусинской котловины* особого внимания заслуживают сосновые боры, для оптимизации санитарного состояния и сохранения которых необходим комплекс мероприятий по снижению их горимости, негативных последствий лесной рекреации и ущерба, причиняемого корневой губкой.

Наши исследования в сосняках Шушенского бора, а также результаты работ, выполненных ранее в Минусинских ленточных борах (Павлов и др., 2008; 2009), позволяют с учетом имеющихся разработок для европейских лесов предложить некоторые рекомендации по снижению вредоносности корневой губки в сосновых дендроценозах юга Сибири.

1. Для повышения устойчивости сосновых древостоев к корневой губке следует добиваться достаточно свободного произрастания деревьев в молодом возрасте путем своевременного проведения рубок ухода.

2. Желательно избегать посадку культур по пониженным элементам мезорельефа с более увлажненными плодородными почвами, в местах с наличием суглинистых прослоек, на старопахотных землях – на маломощных почвах, особенно в случаях

прошлого развития на таких участках очагов корневой гнили. Схема посадки должна обеспечивать разреженное произрастание деревьев.

3. Для понижения кислотности почвы, благоприятствующей развитию корневой гнили, рекомендуется вносить в неё раскислители (гашеная известь, мел, доломитовая мука). Для этой же цели, а также для термического подавления инфекции целесообразно проведение контролируемых беглых выжиганий.

4. При первых признаках развития очагов корневой гнили должна проводиться санитарная рубка с выборкой деревьев 3-6 категорий состояния. Вокруг сформировавшихся окон в полосе до 5-ти м следует вырубать все деревья. В случаях сильной степени повреждения древостоев, тем более в условиях маломощных почв, ветроударных склонов, должны проводиться сплошные санитарные рубки с оставлением в качестве семенников деревьев, проявивших устойчивость к корневой гнили. Оставшиеся после рубок пни следует обрабатывать биопрепаратами грибов-антагонистов. Площади вырубок в очагах можно оставлять под естественное зарастание, либо высаживать устойчивые к корневой гнили, обладающие высокой фитонцидностью древесные растения.

7.2 Обоснование мероприятий по улучшению санитарного состояния насаждений урботерриторий. Специфика городской среды, в которой санитарное состояние зеленых насаждений в первую очередь определяется антропогенными факторами (как напрямую, так и через модификацию природных факторов), требует подбора ассортимента древесно-кустарниковых пород, оптимального по ряду критериев и главное включающего виды, устойчивые к техногенным загрязнениям, неблагоприятным эдафическим, гидротермическим условиям. В насаждениях городов Средней Сибири целесообразно использовать местные и натурализовавшиеся виды древесных растений, представителей североамериканской и европейской дендрофлоры. При создании насаждений в зонах влияния крупных промышленных предприятий можно рекомендовать ранее упомянутую систему устойчивого озеленения.

В элементах зеленых насаждений, для которых предусмотрена интенсивная обрезка растений и активное нарастание молодой зеленой фитомассы, не рекомендуется высаживать виды, восприимчивые к поражению мучнистой росой. В посадках с интенсивным поражением ассимилирующего аппарата микозами для профилактики последующего заражения листьев эффективно осенью сгребать и утилизировать опавшие листья с зимующими спороношениями патогенов.

Ежегодно в межвегетационный период необходимо проводить обрезку деревьев в целях формирования и санации кроны. Нельзя проводить радикальную обрезку крон у крупномерных тополей из-за большой вероятности последующего усыхания от цитоспороза вследствие критической потери деревьями влаги. В любом случае крупные места спилов после обрезки обязательно должны покрываться защитными составами. В рубку по состоянию следует назначать: усыхающие и усохшие экземпляры; старые деревья с дуплами, плодовыми телами дереворазрушающих грибов, обширными сухобочинами; ослабленные деревья с явными признаками бактериальной водянки, с открытыми раковыми ранами при их развитии по окружности ствола более 1/2.

В качестве дополнительного мероприятия по улучшению состояния древесных растений в городе можно рекомендовать весеннее приствольное вскапывание почвы с внесением комплексного минерального удобрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значимыми факторами современного интегрального состояния (экологического, санитарного, ресурсного) освоенных лесов Средней Сибири являются антропогенные воздействия и дендропатогенные организмы. Степень их приоритетности в разных частях региона зависит от природных и хозяйственных особенностей лесных насаждений, видов и интенсивности антропогенных воздействий, распространения и вредоносности конкретных представителей патогенной биоты.

В лесах Приангарья, на которые во второй половине прошлого столетия пришлась основная лесопромышленная нагрузка в регионе, преобладающими и хозяйственно значимыми остаются насаждения сосны обыкновенной, несмотря на их наибольшую нарушенность вследствие рубок и лесных пожаров. В сосняках, более чем на 60 % представленных спелыми и перестойными древостоями, основными патологическими факторами, приводящими к ослаблению и отпаду деревьев, расстройству насаждений, являются смоляной рак (серянка), в меньшей степени стволовая гниль. Последняя, достигая масштабы тардивной эпифитотии, в эксплуатационных древостоях выступает основной причиной снижения выхода деловых сортиментов. На основе большого объема полевого материала выявлены эколого-лесоводственные закономерности в поражаемости сосняков болезнями, исходя из биоэкологических особенностей возбудителей. В развитии смоляного рака определяющими являются факторы, прямо или косвенно влияющие на возбудителей болезни – облигатных паразитов (микровицетов р. *Cronartium*): возможность их присутствия в фитоценозе, активность споруляции, накопления инфекции и заражения деревьев; для развития центральной стволовой гнили (возбудитель *Phellinus pini* – раневый полупаразит) решающее значение имеет состояние деревьев (соотношение биомассы ядровой и заболонной древесины, строение древесины, доля ее поздней составляющей), наличие путей проникновения инфекции в ядровую часть ствола (сучковые раны и отмирающие сучья, глубокие поранения стволов). Это объясняет разнонаправленную зависимость пораженности сосняков раком-серянкой и стволовой гнилью от лесорастительных условий, повышенные показатели проявления гнили в древостоях, подверженных рекреационной нагрузке, подсочке и низовым пожарам. Установленные зависимости распространенности болезней от лесоводственно-таксационных параметров насаждений могут использоваться для определения их пораженности, качественных характеристик.

Наиболее трансформированы антропогенной деятельностью лесостепные и подтаежные лесные массивы с преобладанием сосны и березы, продуцирующие в максимально заселенной части региона. Основным лимитирующим фактором для лесных сообществ, примыкающих к урботерриториям, выступает сочетание долговременных техногенных и рекреационных нагрузок, к которым менее устойчивы сосняки, что подтверждено интегральной оценкой состояния насаждений. Накопление токсичных соединений в результате техногенного загрязнения, особенно интенсивное в нижних ярусах фитоценозов, негативно сказывается и на патогенных консортах растений (их распространении и активности), что показано в отношении основных болезней соснового подростка. Санитарно-фитопатологическое состояние эдификаторов лесных экосистем главным образом определяют некрозно-раковые и гнилевые поражения. В березняках установлено возрастание распространения бактериальной водянки вне зависимости от антропогенных воздействий с образованием диффузных очагов ослабления и усыхания деревьев; в пораженности бактериозом выявлен ряд эколого-лесоводственных закономерностей. Масштабы распространения стволовых гнилей в пригородных лесах

зависят в основном от возраста древостоев, лесорастительных условий и антропогенной деятельности; последнее наиболее характерно для березняков.

Серьезная проблема последних десятилетий в лесах южной части Средней Сибири – очаговое усыхание (от группового до сплошного) хвойных древостоев вследствие нарушения их биологической устойчивости и активизации корневых патогенов, что обусловлено комплексом экологических факторов экзогенной (в том числе антропогенной) и эндогенной природы. Весьма остро эта проблема стоит в уникальных сосновых борах Минусинской котловины, в которых пораженность корневой гнилью (возбудитель *Heterobasidion annosum*) приобрела масштабы прогрессирующей эпифитотии; очаги усыхания обнаружены как в естественных, так и искусственных сосняках на разных категориях земель. В результате выполненных исследований выявлены эдафо-орографические, ценотические и антропогенные закономерности возникновения и развития очагов корневой гнили в борах, что дополняет уже имеющиеся сведения, полученные в результате ранее проводимых работ.

Насаждения урботерриторий специфичны и включают фрагменты сильно трансформированных лесных фитоценозов, различные варианты искусственных насаждений с участием видов-интродуцентов. Санитарно-фитопатологическое состояние городских насаждений отличается полифакторностью, что проявляется в прямом и косвенном влиянии на древесные растения, часто с синергическим и сопряженным эффектом, комплекса факторов: антропогенно трансформированные абиотические условия, патогенные организмы, разнообразие которых зависит от интродукционной деятельности, и другие. Распространение и развитие выявленных на растениях болезней определяются особенностями патогенеза, биоэкологии возбудителей, антропогенными факторами. В условиях городской среды наиболее вредоносны для древесных растений некрозно-раковые болезни, вызываемые бактериальной инфекцией, полупаразитными грибами. Последние обычно присутствуют в (на) коре в виде латентной инфекции, концентрация и активность которой зависит от возраста, состояния растения-хозяина и антропогенных воздействий.

Результаты выполненных исследований позволяют предложить комплекс дифференцированных мер по оптимизации санитарно-фитопатологического состояния антропогенно нарушенных насаждений, учитывающих их экологическое и хозяйственное значение, первоочередные объекты фитопатологического мониторинга, эколого-лесоводственные особенности распространения и развития в них патологических процессов и явлений.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. **Татаринцев, А.И.** Сосновые фитоценозы в зоне многолетнего воздействия антропогенных нагрузок / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // География и природные ресурсы. – 2003. - № 3. – С. 53-57.

2. Скрипальщикова, Л.Н. Влияние комплекса техногенных и рекреационных нагрузок на развитие тканей ствола сосны обыкновенной в Красноярской лесостепи / Л.Н. Скрипальщикова, В.В. Стасова, В.Д. Перевозникова, О.Н. Зубарева, **А.И. Татаринцев** // Известия РАН. Серия биологическая. – 2009. - № 5. – С. 618-626.

Skripalshikova, L.N. Effect of the Complex of Technogenic and Recreational Loads on Development of Trunk Tissues of Scotch Pine in the Krasnoyarsk Forest-Steppe / L.N. Skripalshikova, V.V. Stasova, V.D. Perevoznicova, O.N. Zubareva, **A.I. Tatarintsev** // Biology Bulletin. – 2009. – Vol. 36, № 5. – P. 524-531. (Scopus, Web of Science)

3. **Татаринцев, А.И.** Лесопатологическое состояние сосняков в зеленой зоне г. Красноярска / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – Т. XXVI, №1. – С. 42-47.

4. Стасова, В.В. Строение и развитие проводящих и запасающих тканей в стволах сосны обыкновенной в антропогенно-нарушенных экосистемах / В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, **А.И. Татаринцев**, Н.В. Грешилова, О.Н. Зубарева // Вестник МГУЛ-Лесной вестник. – 2009. - № 1 (64). – С. 39-44.

5. **Татаринцев, А.И.** Санитарное состояние насаждений лиственницы в г. Красноярске / А.И. Татаринцев // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. XXVII, № 3-4. – С. 289-293.

6. **Татаринцев, А.И.** К вопросу о фитопатологическом состоянии подроста в сосняках зеленой зоны г. Красноярска / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – Т. XXIX, № 3-4. – С. 319-323.

7. **Татаринцев, А.И.** Состояние и причины усыхания древостоев *Populus tremula* L. в горно-таежных лесах зеленой зоны г. Красноярска (ТЭР заповедника «Столбы») / А.И. Татаринцев // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – Т. XXIX, № 3-4. – С. 324-327.

8. Стасова, В.В. Строение и развитие тканей ствола *Betula pendula* (Betulaceae) в условиях антропогенного загрязнения / В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, О.Н. Зубарева, **А.И. Татаринцев** // Растительные ресурсы. – 2011. – Т. 47, Вып. 2. – С. 66-75.

9. **Татаринцев, А.И.** Санитарное состояние насаждений вяза в г. Красноярске / А.И. Татаринцев // Вестник КрасГАУ. – 2012. – Вып. 8. – С. 68-72.

10. Скрипальщикова, Л.Н. Аккумуляция техногенной пыли березняками разнотравными в зоне воздействия известняковых карьеров г. Красноярска / Л.Н. Скрипальщикова, В.В. Стасова, **А.И. Татаринцев**, М.А. Пляшечник // Вестник КрасГАУ. – 2012. – Вып. 10. – С. 96-100.

11. **Татаринцев, А.И.** Уровни, факторы и тенденции формирования патогенной микобиоты в антропогенно нарушенных насаждениях / А.И. Татаринцев // Хвойные бореальной зоны. – 2013. – Т. XXXI, № 1-2. – С. 131-137.

12. Стасова, В.В. Влияние тяжелых металлов на структуру древесины *Betula pendula* (Betulaceae) в техногенно-нарушенных ландшафтах Красноярской лесостепи / В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, О.П. Секретенко, **А.И. Татаринцев**, М.А. Пляшечник // Растительные ресурсы. – 2013. – Т. 49, Вып. 4. – С. 532-541.

13. **Татаринцев, А.И.** К вопросу состояния и патогенной биоты насаждений в дендрарии Института леса СО РАН / А.И. Татаринцев // Вестник КрасГАУ. – 2014. – Вып. 1. – С. 84-88.

14. **Татаринцев, А.И.** Эколого-ценотические особенности пораженности березняков бактериальной водяной в южной части Средней Сибири (Красноярская группа районов) / А.И. Татаринцев // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 273-281.

Tatarintsev A.I. Ecological-Coenotic Characteristics of the Bacterial Dropsy Infection Rate in Birch Forests in the Southern Part of Middle Siberia (Krasnoyarsk Group of Areas) / A.I. Tatarintsev // Contemporary Problems of Ecology. – 2014. – Vol. 7, No. 2. – P. 221-227. (Scopus, Web of Science)

15. **Татаринцев, А.И.** Пораженность сосняков смоляным раком на территории Красноярского Приангарья: эколого-ценотические особенности распространенности болезни / А.И. Татаринцев, П.И. Аминев // Хвойные бореальной зоны. – 2014. – Т. XXXII, № 3-4. – С. 58-65.
16. **Татаринцев, А.И.** Эколого-фитопатологическое состояние березняков на территории Красноярской группы районов / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Сибирский лесной журнал. – 2015. - №2. – С. 8-19.
17. **Татаринцев, А.И.** К вопросу пораженности корневой гнилью сосняков Минусинской котловины / А.И. Татаринцев, О.П. Каленская, А.Г. Бубликов // Хвойные бореальной зоны. – 2015. – Т. XXXIII, № 5-6. – С. 240-247.
18. **Татаринцев, А.И.** Стволовая гниль в антропогенно нарушенных сосняках Красноярского Приангарья / А.И. Татаринцев // Хвойные бореальной зоны. – 2016. – Т. XXXIV, № 5-6. – С. 259-265.
19. **Татаринцев, А.И.** Динамика санитарного и лесопатологического состояния нарушенных сосняков на территории заповедника «Столбы» / А.И. Татаринцев, И.В. Дробноскок // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – Т. XXXVI, № 2. – С. 165-171.
20. **Татаринцев, А.И.** Эколого-фитопатологическое состояние сосновых дендроценозов в лесах Красноярской группы районов / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Хвойные бореальной зоны. – 2018. – Т. XXXVI, № 4. – С. 322-333.

Монографии и учебные пособия

1. Скрипальщикова, Л.Н. Экологическое состояние пригородных лесов Красноярска / Л.Н. Скрипальщикова, **А.И. Татаринцев**, О.Н. Зубарева, В.Д. Перевозникова, В.В. Стасова, Н.В. Грешилова. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. – 179 с.
2. **Татаринцев, А.И.** Технология защиты леса: курс лекций / А.И. Татаринцев. – Красноярск: СибГТУ, 2011. – 108 с.
3. **Татаринцев, А.И.** Лесопатологический мониторинг: учебное пособие / А.И. Татаринцев. – Красноярск: СибГТУ, 2013. – 100 с.

Другие публикации

1. **Татаринцев, А.И.** Особенности развития центральной стволовой гнили и ее влияние на выход деловой древесины в сосняках Южного Приангарья / А.И. Татаринцев, П.И. Аминев // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 1992. – С. 102-108.
2. **Татаринцев, А.И.** Влияние лесорастительных условий на поражаемость сосняков стволовой гнилью / А.И. Татаринцев // Проблемы химико-лесного комплекса: Материалы Всесоюз. науч.-практ. конф. – Красноярск, 1993. – С. 143-148.
3. **Татаринцев, А.И.** Влияние рекреационной нагрузки на поражаемость сосняков стволовой гнилью / А.И. Татаринцев, П.И. Аминев // Проблемы химико-лесного комплекса: Тез. докл. науч.-практ. конф. – Красноярск, 1995. – Ч. II. – С. 4-5.
4. **Татаринцев, А.И.** Фитопатологическое состояние древостоев сосны обыкновенной в условиях Красноярского Приангарья / А.И. Татаринцев // Биоразнообразие и редкие виды растений Средней Сибири: Тез. докл. конф. к 70-летию образ. госзаповедн. «Столбы» – Красноярск, 1995. – С. 114-116.
5. **Татаринцев, А.И.** Динамика распространенности стволовой гнили сосны в зависимости от таксационных показателей насаждений в условиях Красноярского

Приангарья / А.И. Татаринцев // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 1995. – С. 132-138.

6. **Татаринцев, А.И.** К вопросу о закономерностях развития стволовой гнили в сосняках Красноярского Приангарья / А.И. Татаринцев // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск, 1996. – С. 32-36.

7. **Татаринцев, А.И.** Центральная стволовая гниль в сосняках, пройденных низовыми пожарами / А.И. Татаринцев // Сибирский экологический журнал. – 1996. – Т. 3, №1. – С. 81-83.

8. **Татаринцев, А.И.** К вопросу об усыхании тополя в условиях г. Красноярска / А.И. Татаринцев // Проблемы химико-лесного комплекса: Тез. докл. науч.-практ. конф. – Красноярск: КГТА, 1997. – Ч. I. – С. 19-20.

9. **Татаринцев, А.И.** Влияние подсочки на поражаемость сосняков стволовой гнилью / А.И. Татаринцев, П.И. Аминев // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: КГТА, 1997. – С. 120-125.

10. **Татаринцев, А.И.** К вопросу о патогенной микофлоре в насаждениях города Красноярска / А.И. Татаринцев // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск: Восточно-Сибирский научный центр РАЕН, Красноярское отд. Российского ботанического общества РАН, 1999. – Вып. 7. – С. 170-173.

11. **Татаринцев, А.И.** Пораженность тополей цитоспорозом в городе Красноярске / А.И. Татаринцев // Эколого-экономические проблемы Красноярского края. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – С. 167-170.

12. **Татаринцев, А.И.** Фитопатологическое состояние древостоев сосны обыкновенной в пригородной зоне левобережной части Красноярска / А.И. Татаринцев // Труды Государственного заповедника «Столбы». – Красноярск, 2001. – Вып. 17. – С. 207-216.

13. **Татаринцев, А.И.** Фитопатологическое состояние молодняков сосны обыкновенной в условиях Красноярского городского лесхоза / А.И. Татаринцев, А.В. Пушкарев // Химико-лесной комплекс – проблемы и решения. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – Т. 1. – С. 128-130.

14. **Татаринцев, А.И.** Основные микозы сосны и их влияние на состояние насаждений пригородной зоны Красноярска / А.И. Татаринцев // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 5-й Междунар. конф. – М: ВНИИЛМ, 2002. – С. 242-244.

15. **Татаринцев, А.И.** Патогенная микофлора в насаждениях города Красноярска / А.И. Татаринцев, П.И. Аминев // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 5-й Междунар. конф. – М: ВНИИЛМ, 2002. – С. 245-248.

16. Скрипальщикова, Л.Н. Оценка состояния сосновых насаждений в условиях длительных антропогенных нагрузок / Л.Н. Скрипальщикова, **А.И. Татаринцев**, О.Н. Зубарева, В.Д. Перевозникова // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: Материалы междунар. Интернет конф. – Брянск, 2003. – Вып. 5. – С. 146-149.

17. **Татаринцев, А.И.** Оценка жизненного состояния сосновых древостоев зеленой зоны г. Красноярска на фоне антропогенного стресса / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем: Материалы докладов Всерос. конф. – Иркутск: Изд-во Иркутс. гос. техн. ун-та, 2005. – С. 470-473.

18. Скрипальщикова, Л.Н. Мониторинг экологического состояния лесов зеленой зоны г. Красноярска / Л.Н. Скрипальщикова, В.Д. Перевозникова, О.Н. Зубарева,

А.И. Татаринцев // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Материалы III междунар. науч. конф. – Оренбург, 2006. – С. 160-162.

19. Skripalshikova, L.N. The homeostasis of forests in anthropogenic landscapes of Krasnoyarsk forest-steppe / L.N. Skripalshikova, V.V. Stasova, **A.I. Tatarintsev**, O.N. Zubareva, N.V. Greshilova // Boreal Forests in a Changing World: Challenges and Needs for Actions: Proceedings of the international conference. – Krasnoyarsk: Sukachev Institute of Forest SB RAS, 2011. – P. 179-182.

20. **Татаринцев, А.И.** Патогенные микоконсорты сосны обыкновенной в антропогенно нарушенных лесах Средней Сибири (на примере зеленой зоны г. Красноярск) / А.И. Татаринцев // Тезисы докладов к 3 съезду микологов России. – М, 2012. – С. 319.

21. **Татаринцев, А.И.** Лесопатологическое состояние березняков на территории Красноярской группы районов / А.И. Татаринцев // VII чтения памяти О.А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений: Материалы междунар. конф. – СПб.: СПбГЛТУ, 2013. – С. 92-93.

22. **Татаринцев, А.И.** Обоснование системы фитопатологического мониторинга в лесных биогеоценозах южной части Красноярского края / А.И. Татаринцев // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 70-летию созд. ИЛ им. В.Н. Сукачева СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – С. 476-479.

23. **Татаринцев, А.И.** К проблеме усыхания темнохвойных насаждений в южной части Средней Сибири / А.И. Татаринцев // Защита лесов от вредителей и болезней: научные основы, методы и технологии: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием – Иркутск: Изд-во института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – С. 73-78.

24. **Татаринцев, А.И.** Фитопатологическое состояние антропогенно трансформированных сосняков в Красноярском Приангарье / А.И. Татаринцев // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы 9-й Междунар. конф. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 211-214.

25. **Татаринцев, А.И.** Гнилевые поражения березняков в южной части Красноярского края / А.И. Татаринцев // IX чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: Материалы междунар. конф. – СПб.: СПбГЛТУ, 2016. – С. 117-118.

26. **Татаринцев, А.И.** Состояние сосняков на старопахотных землях при сопряженном воздействии болезней и лубоедов р. *Tomicus* (Coleoptera: Curculionidae) / А.И. Татаринцев, О.С. Буланова // X чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: Материалы междунар. конф. – СПб.: СПбГЛТУ, 2018. – Т. 2. – С. 37-38.

Отзывы на автореферат просим направлять в трех экземплярах на адрес: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ФГБОУ ВО «УГЛТУ», ученому секретарю диссертационного совета Д 212.281.01 Магасумовой А.Г.
тел. (343) 262-96-65; e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru